



TESIS - MN092350

**JUDUL: ANALISIS DESAIN STRUKTUR KAPAL POMPONG  
BERBAHAN DASAR PLASTIK HIGH DENSITY  
POLYETHYLENE DI PERAIRAN RIAU PESISIR**

**JAMAL**

**4113203003**

**DOSEN PEMIMBING**

**Ir. Wasis Dwi Aryawan. M.Sc. Ph.D**

**PROGRAM MAGISTER**

**BIDANG KEAHLIAN KONTRUKSI KAPAL**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2015**



THESIS - MN092350

**DESIGN AND ANALYSIS FOR POMPONG SHIP  
STRUCTURE MADE OF HIGH DENSITY  
POLYETHYLENE PLASTICS AS BASIC MATERIALS  
IN RIAU COASTAL WATERS**

JAMAL  
4113203003

SUPERVISORS

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

POSTGRADUATE PROGRAMME  
AREA OF EXPERTISE SHIP CONSTRUCTIONS  
THE STUDY PROGRAMME OF MARINE MATERIAL AND PRODUCTION  
ENGINEERING  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2015

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

### ANALISIS DESAIN STRUKTUR KAPAL POMPONG BERBAHAN DASAR PLASTIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* DI PERAIRAN RIAU PESISIR

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (MT)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**JAMAL**  
NRP. 4113203003

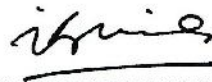
Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tesis  
Tanggal: 1 Juli 2015  
Priode Wisuda: September 2015

Disetujui Oleh Tim Penguji Tesis:

1. Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19601202 198701 1 001



2. Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.  
NIP. 19691231 200604 1 178

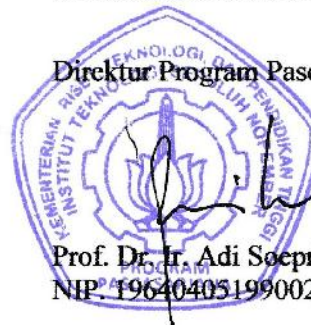


Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tesis:

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19670406 199203 1 001



Direktur Program Pascasarjana,



Prof. Dr. Ir. Adi Saeprijanto, MT  
NIP. 196404051990021001

# ANALISIS DESAIN STRUKTUR KAPAL POMPONG BERBAHAN DASAR PLASTIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* DI PERAIRAN RIAU PESISIR

Nama Mahasiswa : Jamal  
NRP : 4113203003  
Jurusan : Teknik Produksi dan Material Kelautan  
Dosen Pembimbing : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc. Ph.D.

## ABSTRAK

Plastik *High density polyethylene* (HDPE) dijadikan bahan alternatif pembangunan kapal pompong untuk wilayah perairan Riau pesisir. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan bahan kayu pada saat ini. Untuk menentukan spesifikasi kapal pompong, dilakukan tinjauan terhadap kebutuhan kapal pompong terbanyak oleh pengguna yang ada di wilayah perairan riau pesisir. Kapal pompong nelayan 3 GT dijadikan sebagai *basic ship* dalam mendesain kapal plastic HDPE untuk perairan Riau pesisir dengan panjang kapal yaitu 10,2 m.

Evaluasi desain dilakukan berdasarkan evaluasi teknis, regulasi maupun permintaan *owner*. Secara teknis kapal pompong dapat terapung dengan tinggi sarat 0,232 m. Evaluasi terhadap regulasi meliputi *free board* dan stabilitas kapal telah terpenuhi sesuai peraturan menteri dan kriteria *International Maritime Organization* (IMO), sedangkan perhitungan konstruksi sesuai *rule class* kapal. Evaluasi terhadap permintaan *owner* yaitu evaluasi terhadap *gross tone* (GT) kapal telah terpenuhi.

Kekuatan tarik plastic HDPE diuji sesuai standar *ASTM D638-02a* dengan tujuan untuk mengetahui sifat kekuatan bahan dan kemudian akan dibandingkan dengan kekuatan bahan yang telah memenuhi standar oleh *rule class* kapal. Hasil dari pengujian didapatkan kekuatan *Yield Strength* sebesar 17,12 Mpa dan *Ultimate Strangth* sebesar 24,82 MPa.

Verifikasi analisa *finite element method* (FEM) dilakukan dengan pembuatan model kapal yang dibuat menggunakan *ANSYS Workbench 12.0* sebanyak 3 *load case* model. Dari ketiga *load case* model tersebut tegangan terbesar terjadi pada saat kondisi *load case* 1 dan *load case* 3, *Load case* 1 yaitu kondisi muatan ikan kosong, muatan jaring 100% dan bahan bakar 100% sedangkan *load case* 3 yaitu pada saat muatan penuh 100%, muatan jaring 100% dan bahan bakar 10%. Adapun tegangan tarik terbesarnya adalah 11,67 MPa, namun demikian tegangan tersebut tidak melebihi dari 17 MPa yang disyaratkan oleh *rule class* dan memiliki *safety factor* sebesar 1,45, sedangkan tegangan kompresi terbesar adalah 15,82 MPa dengan *safety factor* sebesar 1,26 terhadap standar yang diberikan *rule class*.

Kata Kunci: Riau Pesisir, Kapal Pompong, *High density polyethylene*

# **DESIGN AND ANALYSIS FOR POMPONG SHIP STRUCTURE MADE OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE PLASTICS AS BASIC MATERIALS IN RIAU COASTAL WATERS**

By : Jamal  
Student Identity Number : 4113203003  
Supervisor : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc. Ph.D.

## **ABSTRACT**

High density polyethylene plastic (HDPE) used as an alternative material for the construction of pompong ships in Riau coastal waters. This is due to limitations of the wood material at this time. To determine the specifications pompong ship, conducted a review of the needs of most users pompong vessel in the territorial waters of the coastal Riau. Pompong 3 GT fishing boats used as basic ship in HDPE plastic vessel design for the coastal waters of Riau with length of the vessel is 10.2 m.

Design evaluation carried out by the technical evaluation, with regulation and owner requests. Technically, pompong vessel can float laden with 0.232 m draft. The evaluation of the regulations include free board and the stability of the ship have been fulfilled according to the rules and criteria ministerial International Maritime Organization (IMO), while the corresponding calculation rule class ship construction. Evaluation of the owner requests that an evaluation of the gross tone (GT) ship has been fulfilled.

The tensile strength of HDPE plastic D638-02a tested according to ASTM standards in order to determine the nature and strength of the material will then be compared with the strength of the material that has met the standard by ships class rule. The results obtained from testing the strength of 17.12 MPa Yield Strength and Ultimate Strength of 24.82 MPa.

Verification of finite element analysis method (FEM) is done by making a model ship made using ANSYS Workbench 12.0 3 load case as a model. Of the third load case that model the greatest stress occurs when the case load conditions 1 and load case 3 Load case 1 is the condition of empty fish cargo, cargo nets 100% and 100% fuel load while the third case, namely when the full charge of 100%, net charge of 100% and 10% fuel. The greatest tensile stress is 11.67 MPa, however, the voltage does not exceed 17 MPa required by class rules and have a safety factor of 1.45, while the largest compression tension is 15.82 MPa with a safety factor of 1.26 against given standard class rule.

**Keywords:** Riau Coastal waters, Pompong Ships, High density polyethylene

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan tesis dengan judul “**Analisis Desain Struktur Kapal Pompong Berbahan Dasar Plastik *High Density Polyethylene* Di Perairan Riau Pesisir**”. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Program Studi Teknik Produksi dan Material Kelautan (TPMK) Program Pascasarjana FTK-ITS Surabaya. Pada penyusunan tesis ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan materil maupun spiritual. Untuk itu ucapan terimakasih yang sebesar –besarnya ingin saya tujukan kepada:

1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. sebagai dosen pembimbing yang telah banyak memberikan saran, masukan, semangat dan bimbingan dalam penulisan tesis ini.
2. Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng. Ph.D. yang sebelumnya menjadi dosen pembimbing dalam penulisan tesis ini.
3. Bapak dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan dalam menyempurnakan isi tesis ini.
4. Bapak dan Ibu dosen Pascasarjana Teknik Produksi dan Material Kelautan FTK-ITS yang telah memberikan ilmu selama kuliah dan bermanfaat buat penulisan tesisi ini yang tidak bisa saya disebutkan satu persatu.
5. Ibunda Tercinta Sulastri yang telah memberikan Do’a dan semangatnya.
6. Istri tercinta Umi Khuzaifah dan anak tercinta Nabila Ulfa yang sabar menunggu dan memberikan Do’a dan semangatnya.
7. Untuk seluruh teman – teman Teknik Produksi dan Material Kelautan FTK-ITS yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
8. Pihak – pihak terkait yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Surabaya, Juni 2015

Jamal

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Maksud dan Tujuan.....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Hipotesis.....	5
BAB 2. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	7
2.1. Tinjauan Geografis.....	7
2.2. Potensi Market Kapal Pompong di Kepulauan Bengkalis .....	7
2.3. Plastik <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE).....	9
2.4. Menciptakan Kapal Boat Seluruhnya dari Plastik High Density Polyethylene (HDPE) .....	9
2.4.1. Pembangunan boat dengan bahan serbuk atau <i>pellets</i> Plastik HDPE.....	10
2.4.2. Pembangunan boat dengan bahan dasar pelat plastic HDPE ...	14
2.5. Stabilitas Kapal .....	15
2.5.1. Titik-titik penting pada stabilitas kapal .....	15
2.5.2. Jenis-jenis stabilitas kapal .....	16
2.5.3. Kreteria stabilitas kapal .....	17
2.6. Hambatan Kapal .....	18
2.6.1. Langkah-langkah perhitungan <i>total resistance</i> .....	19

2.6.2. Metode-metode perhitungan <i>total resistance</i> .....	19
2.7. Prinsip kekuatan memanjang kapal .....	22
2.8. Langkah-langkah perhitungan konstruksi kapal .....	23
2.8.1. Ukuran utama kapal.....	23
2.8.2. Perhitungan beban .....	24
2.8.3. Tebal <i>shell bottom</i> .....	25
2.8.4. Tebal <i>shell side</i> .....	26
2.8.4. Tebal <i>Inner bottom</i> .....	26
2.9. Uji tarik bahan .....	23
2.10. Kekuatan Tarik Plastik HDPE dengan standar SII 0431 – 81 .....	28
2.11. Finite Element Methode (FEM) Analysis.....	30
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1. Identifikasi permasalahan .....	31
3.2. Studi literature .....	32
3.3. Pengumpulan data.....	32
3.4. Mendesain bentuk dan spesifikasi kapal .....	32
3.5. Mendesain lines plan dan general arrangement.....	33
3.6. Menghitung struktur kapal .....	33
3.7. Mendesain struktur kapal .....	33
3.8. Melakukan Uji Bahan.....	33
3.9. Analisa kekuatan struktur .....	34
3.10. Penulisan laporan dan memberikan kesimpulan.....	34
BAB 4. KARAKTERISTIK KAPAL POMPONG DI PERAIRAN RIAU	
PESISIR.....	35
4.1. Umum .....	35
4.2. Tinjauan Lokasi .....	38
4.3. Jumlah Armada Kapal Pompong di Perairan Riau pesisir .....	39
4.4. Bahan dan Kapasitas Kapal Pompong di Perairan Riau Pesisir .....	40
4.4.1. Kapal pompong nelayan .....	40
4.4.2. Kapal pompong barang.....	40
4.4.3. Kapal pompong penumpang .....	41
4.5. Bentuk Spesifikasi Lambung Kapal Pompong di Perairan riau Pesisir	42



4.6. Bentuk Perhatian Pemerintah Daerah Kepada Pemilik kapal di Perairan Riau Pesisir .....	42
<b>BAB 5. ANALISA SPESIFIKASI DAN PERENCANAAN KAPAL POMPONG BERBAHAN PLASTIK HDPE .....</b>	<b>47</b>
5.1. Spesifikasi Kapal Pompong Berbahan Dasar Plastik HDPE di Perairan Riau Pesisir .....	47
5.1.1. Kreteria Kekuatan Plastik HDPE Sebagai Material Kapal .....	47
5.1.2. Kreteria Permintaan Pasar .....	47
5.2. Merancang Bentuk Lambung Kapal Pompong Berbahan Plastik HDPE Untuk Perairan Riau Pesisir .....	49
5.2.1. Merancang Gambar Lines Plan.....	49
5.2.2. Penentuan Tinggi Sarat Kapal .....	50
5.2.3. Evaluasi <i>Free Board</i> Kapal.....	53
5.2.4. Evaluasi <i>Gross Tone (GT)</i> Kapal .....	54
5.2.5. Merancang Gambar rencana Umum .....	55
5.2.6. Evaluasi Stabilitas Kapal.....	55
5.2.7. Hambatan dan kecepatan kapal.....	62
<b>BAB 6. DESAIN KONTRUKSI KAPAL POMPONG BERBAHAN PLASTIK HDPE UNTUK PERAIRAN RIAU PESISIR .....</b>	<b>65</b>
6.1. Perhitungan Konstruksi .....	65
6.1.1. Ukuran Utama Kapal.....	65
6.1.2. Perhitungan Beban .....	66
6.1.3. Penetapan Jarak Gading .....	69
6.1.4. Tebal <i>Shell Bottom</i> .....	69
6.1.5. Tebal <i>Shell Side</i> .....	69
6.1.6. Tebal <i>Inner Bottom</i> .....	69
6.1.7. Tebal Sekat .....	70
6.1.8. Ukuran Gading .....	70
6.1.9. Ukuran <i>Beam</i> .....	56
6.1.10. Ukuran <i>Girder</i> .....	70
6.1.11. Hasil Perhitungan Konstruksi .....	70

6.2. Desain Konstruksi .....	71
6.2.1. Konstruksi Melintang .....	71
6.2.2. Konstruksi Memanjang.....	72
BAB 7. UJI KEKUATAN BAHAN PLASTIK HIGH DENSITY POLYETHYLENE.....	73
7.1. Umum.....	73
7.2. Tujuan Pengujian .....	73
7.3. Tempat Pengujian .....	74
7.4. Metode Pengujian .....	74
7.4.1. Mempersiapkan Alat Dan Bahan .....	74
7.4.2. Langkah-langkah Pengujian .....	76
7.5. Hasil Pengujian.....	78
7.5.1. Tegangan tarik plastik HDPE .....	79
7.5.2. Regangan tarik plastik HDPE .....	80
7.5.3. Penciutan permukaan.....	80
7.5.4. Kurva tegangan regangan uji tarik plastik HDPE .....	81
7.6. Kekuatan Plastik HDPE Sesuai Standar <i>Rule Class</i> .....	82
7.7. Kesimpulan.....	82
 BAB 8. ANALISA KEKUATAN STRUKTUR KAPAL POMPONG BERBAHAN PLASTIK HDPE .....	83
8.1. Pendahuluan.....	83
8.2. Metodologi .....	83
8.2.1. Material Propertis.....	84
8.2.2. Model.....	85
8.2.2.1. Gambar solid 3D.....	85
8.2.2.2. Meshing.....	86
8.2.3. Pembebanan .....	87
8.2.3.1. <i>Load Case 1</i> .....	88
8.2.3.2. <i>Load Case 2</i> .....	89
8.2.3.2. <i>Load Case 3</i> .....	90
8.2.4. Kondisi Batas .....	91

8.2.5. Hasil dan Evaluasi.....	92
8.2.5.1. <i>Maximum principal stress</i> .....	92
8.2.5.2. Normal stress.....	94
8.2.5.3. Minimum principal stress .....	96
8.3. Ketetapan Desain .....	98
8.4. <i>Safety factor</i> .....	98
8.4. <i>Permissible stress</i> .....	99
8.5. Kesimpulan.....	100
BAB 9. KESIMPULAN DAN SARAN .....	101
9.1. Kesimpulan.....	101
9.2. Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIOGRAFI PENULIS	

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jumlah dan jenis armada penangkapan ikan di kabupaten bengkalis Priode tahun 2000 s/d 2004.....	9
Tabel 2.2. Perbandingan karakteristik bahan antara fiberglass, alumunium dan Plastic HDPE.....	10
Tabel 2.3 Batasan Penggunaan <i>Metode Van Oortmerssen</i> .....	22
Tabel 2.4. Ukuran Utama Kapal yang dibutuhkan .....	23
Tabel 2.5. Data hasil uji tarik plastik HDPE dengan standart SII 0431 – 81.....	29
Tabel 4.1. Ketersediaan Armada Kapal Pompong di Perairan Pulau Bengkalis tahun 2014 .....	39
Tabel 4.2. Ukuran Utama Kapal Pompong 3GT untuk Nelayan Perairan Bengkalis.....	42
Tabel 5.1 Ukuran Utama <i>Basic Ship</i> .....	48
Tabel 5.2 Berat lambung kapal pompong berbahan plastik HDPE .....	50
Tabel 5.3 Komponen berat kapal pompong berbahan plastik HDPE .....	51
Tabel 5.4 Pembebanan load case 1 .....	57
Tabel 5.5 Nilai stabilitas terhadap derajat kemiringan pada load case 1 .....	57
Tabel 5.6 Harga GZ terhadap kreteria-kreteria IMO pada load case 1.....	59
Tabel 5.7 Pembebanan pada Load case 2 .....	59
Tabel 5.8 Nilai stabilitas terhadap derajat kemiringan pada <i>load case 2</i> .....	60
Tabel 5.9 Harga GZ terhadap kreteria-kreteria IMO pada <i>load case 2</i> .....	60
Tabel 5.10. Pembebanan pada <i>Load case 3</i> .....	61
Tabel 5.11 Nilai stabilitas terhadap derajat kemiringan pada <i>load case 3</i> .....	61
Tabel 5.12 Harga GZ terhadap kreteria-kreteria IMO pada <i>load case 3</i> .....	61
Tabel 5.13 Hambatan dan power kapal terhadap kecepatan .....	63
Tabel 6.1 Ukuran Utama Kapal Pompong Berbahan Plastic HDPE .....	65
Tabel 6.2. Hasil Perhitungan Konstruksi Kapal .....	70
Tabel 7.1. Spesifikasi specimen material plastik HDPE .....	76
Tabel 7.2. Hasil uji tarik HDPE type 3840 RU .....	82
Tabel 8.1. Komponen Berat pada Kapal Pompong 3 GT .....	87

Tabel 8.2. Penyebaran <i>pressure</i> pada <i>load case</i> I .....	88
Tabel 8.3. Penyebaran <i>pressure</i> pada <i>load case</i> II.....	89
Tabel 8.4. Penyebaran <i>pressure</i> pada <i>load case</i> III .....	90
Tabel 8.5. <i>Maximum Principal Stress</i> pada model kapal pompong .....	93
Tabel 8.6. <i>Normal Stress</i> pada model kapal pompong .....	95
Tabel 8.7. <i>Minimum Principal Stress</i> pada model kapal pompong.....	96
Tabel 8.8 Propertis dari plastik HDPE .....	98
Tabel 8.9 Perbandingan tegangan yang terjadi pada perhitungan dengan <i>rule class</i> .....	100

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Propinsi Riau .....	1
Gambar 2.1. Kapal Pompong Nelayan .....	8
Gambar 2.2 Material plastic HDPE dalam bentuk Pellets .....	10
Gambar 2.3 Proses pengisian Pellets kedalam cetakan .....	11
Gambar 2.4 Proses Penguncian cetakan .....	11
Gambar 2.5 Mesin pemanas cetakan .....	12
Gambar 2.6 Proses pelepasan cetakan boat HDPE.....	12
Gambar 2.7 Proses <i>Finishing</i> .....	13
Gambar 2.8 Boat HDPE melakukan <i>sea trial</i> .....	13
Gambar 2.9. HDPE <i>Work Boat</i> .....	14
Gambar 2.10 Material HDPE .....	14
Gambar 2.11. Titik- titik penting pada stabilitas kapal.....	16
Gambar 2.12 Ilustrasi Pembebanan pada badan kapal .....	24
Gambar 2.13 Grafik <i>pressure factor for bottom</i> ( $PF_b$ ) .....	24
Gambar 2.14. Grafik <i>pressure factor for side</i> ( $PF_s$ ) .....	25
Gambar 2.15. Benda kerja bertambah panjang $\Delta L$ ketika diberi beban P .....	27
Gambar 2.16. Kurva tegangan regangan hasil uji tarik .....	27
Gambar 2.17. Ukuran sampel uji tarik plastik sesuai standart SII 0431 – 81 .....	29
Gambar 2.18. Cetakan sampel uji tarik plastic.....	29
Gambar 2.19 Analisa struktur menggunakan FEM .....	30
Gambar 3.1. <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	31
Gambar 4.1. Kapal pompong nelayan di perairan pulau bengkalis.....	36
Gambar 4.2. Kapal pompong barang / muatan bahan pokok .....	36
Gambar 4.3. Kapal pompong barang / muatan pasir .....	37
Gambar 4.4. Kapal pompong penumpang .....	37
Gambar 4.5. Peta kabupaten Bengkalis .....	38
Gambar 4.6. Kapal Pompong Nelayan 3 GT .....	40
Gambar 4.7. Kapal Perdagangan Lintas Batas Bengkalis-Muar .....	41
Gambar 4.8. Bentuk Kapal Pompong Nelayan .....	43

Gambar 4.9. Rencana Umum Kapal Pompong Nelayan.....	43
Gambar 4.10. Kapal Nelayan motor temple 1 GT bantuan Hibah dari pemerintah daerah kabupaten Bengkalis kepada masyarakat kelompok Nelayan .....	44
Gambar 5.1. <i>Lines plan</i> kapal pompong nelayan berbahan plastik HDPE .....	49
Gambar 5.2. Rencana umum kapal pompong nelayan berbahan plastik HDPE ...	55
Gambar 5.3. Gambar sudut keolengan kapal .....	58
Gambar 5.4. Kurva GZ terhadap derajat kemiringan pada <i>laod case 1</i> .....	58
Gambar 5.5. Kurva GZ terhadap derajat kemiringan pada <i>laod case 2</i> .....	60
Gambar 5.6. Kurva GZ terhadap derajat kemiringan pada <i>laod case 3</i> .....	61
Gambar 5.7. Kurva Hambatan terhadap kecepatan kapal pompong HDPE .....	63
Gambar 6.1. Ilustrasi Pembebanan pada badan kapal.....	66
Gambar 6.2. Grafik <i>pressure factor for bottom</i> ( $PF_b$ ).....	67
Gambar 6.3. Grafik <i>pressure factor for side</i> ( $PF_s$ ) .....	68
Gambar 6.4. Kontruksi melintang gading utama.....	69
Gambar 6.5. Kontruksi melintang sekat.....	71
Gambar 6.6. Kontruksi memanjang.....	72
Gambar 7.1. Ukuran Spesimen uji tarik plastik sesuai standar ASTM D638-02a Type IV <sup>B</sup> .....	75
Gambar 7.2. Proses pembuatan specimen Uji tarik plastic HDPE .....	75
Gambar 7.3. Proses penjepitan specimen dalam Uji tarik plastic HDPE .....	77
Gambar 7.4. Hasil Uji tarik plastic HDPE .....	78
Gambar 7.5. Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Uji Tarik.....	81
Gambar 8.1. <i>Flow chat</i> Metodologi Permodelan .....	84
Gambar 8.2 Proses input material properties pada <i>ANSYS 12.0</i> .....	84
Gambar 8.3 Proses pembuatan model 3D dengan <i>AutoCAD 2014</i> . ....	85
Gambar 8.4. <i>Mashing</i> model dengan <i>Ansys 12.0</i> .....	86
Gambar 8.5. Analisa Penyebaran Pembebanan secara Memanjang .....	87
Gambar 8.6. Analisa Penyebaran Pembebanan secara melintang .....	87
Gambar 8.7. Gaya-gaya yang bekerja pada <i>Load Case 1</i> dengan <i>Ansys 12.0</i> .....	89
Gambar 8.8. Gaya-gaya yang bekerja pada <i>Load Case 2</i> dengan <i>Ansys 12.0</i> .....	90
Gambar 8.9. Gaya-gaya yang bekerja pada <i>Load Case 3</i> dengan <i>Ansys 12.0</i> .....	91
Gambar 8.10. Ilustrasi <i>maximum principal stress</i> .....	92



Gambar 8.11. kurva <i>Maximum Principal Stress</i> .....	93
Gambar 8.12. Penyebaran tegangan <i>Maximum principal stress</i> dengan <i>Ansys</i> ....	94
Gambar 8.13. Kurva <i>Maximum principal stress</i> .....	95
Gambar 8.14 Penyebaran tegangan <i>Normal stress</i> dengan <i>Ansys 12.0</i> .....	96
Gambar 8.15. Kurva <i>minimum principal stress</i> .....	97
Gambar 8.16 <i>Minimum principal stress</i> pada <i>Load Case 1</i> .....	97

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data dari Kanwil Badan Pertanahan Nasional Provinsi Riau, Provinsi Riau memiliki luas area sebesar 8.867.267 Hektar. Keberadaannya membentang dari lereng Bukit Barisan sampai dengan Selat Malaka, terletak antara 01°05'00'' Lintang Selatan sampai 02°25'00'' Lintang Utara atau antara 100°00'00'' Bujur Timur-105°05'00'' Bujur Timur (Sumber: [www.riau.go.id](http://www.riau.go.id)).

Bengkalis merupakan bagian provinsi Riau dengan luas wilayah 7.773,93 km<sup>2</sup> yang wilayahnya berada pada posisi 2°30' LU - 0°17'LU dan 100°52'BT - 102°10'BT. Kabupaten Bengkalis juga berada pada posisi segitiga pertumbuhan Indonesia, yaitu: Malaysia, Indonesia, Singapura dan Indonesia, Malaysia, Thailand yang dipisahkan oleh Selat Malaka dan berhadapan langsung dengan Negara Malaysia (Sumber: [www.bengkalis.kab.go.id](http://www.bengkalis.kab.go.id)). Untuk melihat letak pulau Bengkalis dapat dilihat peta provinsi Riau pada gambar 1.1 di bawah ini:



Gambar 1.1 Peta Propinsi Riau (sumber: <http://www.indonesianestate.com>).

Bengkalis merupakan daerah kepulauan sehingga membutuhkan alat transportasi antar pulau, alat-alat transportasi yang digunakan secara umum adalah kapal pompong. Kapal Pompong adalah kata istilah untuk kapal mesin (KM) atau

kapal kecil yang yang pengoperasiannya menggunakan mesin yang disimpan di dalam badan kapal atau *inboard* motor. Kata istilah ini dikenal oleh rakyat di sekitar perairan selat Melaka khususnya di perairan riau pesisir. Kapal pompong di sekitar perairan riau pesisir pada umumnya digunakan untuk kapal barang, kapal penumpang dan kapal nelayan. Kebutuhan kapal pompong tiap tahun mengalami peningkatan dan memiliki kebutuhan yang sangat besar. Sesuai dengan data dinas perikanan kabupaten bengkalis pada tahun 2004 saja kebutuhan kapal pompong penangkap ikan mencapai 2.284 khusus di kabupaten Bengkalis (Zarkasyi, 2006).

Namun, jumlah kapal pompong tradisional di perairan Riau pesisir mulai berkurang yang disebabkan oleh sulitnya mencari kayu sebagai bahan utama kapal. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya area lahan hutan, berkurangnya kayu di hutan serta semakin banyaknya permintaan kayu. Sehingga beberapa galangan kapal pompong tradisional sudah banyak yang tutup. Di beberapa daerah seperti di Kabupaten: Meranti, Siak, Bagansiapi-api, Indragiri Hulu dan Hilir, Kepulauan Riau dan juga di sejumlah daerah lainnya di pesisir perairan pulau Sumatera (Nasution, 2012).

Bahkan seorang pemilik galangan kapal kayu besar di Bagansiapi-api menyatakan: “Sekarang kami sampai menolak pesanan pembuatan Kapal karena tidak adanya bahan. Jika kami mengatakan sanggup dan menerima, ternyata kapal yang di pesan tidak selesai, tentu pemesan akan kecewa. Makanya kami membatasi jumlah pesanan, kami tidak berani menerima pesanan sebanyak mungkin” saat di liput oleh Erwan sani wartawan riau pos th 2012 yang lalu (Riau pos, 15/04/ 2012).

Seiring dengan sulitnya mencari bahan utama kapal kayu itu, beberapa galangan besar di Batam dan Tanjung Pinang seperti PAN-United dan Marina Shipyard sudah membuat kapal dengan menggunakan bahan fiberglass dalam pembuatan kapal tugboat. Sebelumnya mereka menggunakan bahan kayu dan bahkan sekarang khusus untuk kapal tongkang dibuat dari bahan baja (Nasution, 2012)

*Fiberglass* adalah campuran beberapa bahan yang diperkuat dengan serat membentuk plastik (*Fiberglass Reinforced Plastic/FRP*). Sifat bahan ini selain relatif tahan terhadap cuaca, juga lebih kuat dari baja dan lebih ringan dibandingkan dengan aluminum (Nasution, 2012). Kelemahan kapal *fibre glass* adalah tidak tahan terhadap benturan, tidak bisa di daur ulang, pencemaran lingkungan.

Sebagai Pengusaha Pemilik kapal tentunya menginginkan Kapalnya dapat dioperasikan secara tangguh dalam kondisi apapun dan terjamin keselamatannya sehingga kegiatan pelayaran perdagangan atau pencarian ikan tersebut dapat terus terlaksana. Untuk itu perlu adanya terobosan baru untuk membuat kapal yang berbahan alternative baru. Polietilena berdensitas tinggi (*High density polyethylene*, HDPE) dapat di jadikan sebagai bahan alternative sebagai dasar pembuatan kapal karena banyak sekali keunggulan yang ada pada bahan ini untuk pembuatan kapal.

Adapun keunggulan dari bahan plastik HDPE sebagai bahan dasar pembuatan kapal menurut Boat Indonesia (2014) adalah: Pertama, plastik HDPE sangat tahan lama terhadap penuaan material dan korosi (minimum tahan 50 tahun). Kedua, daya tahan keretakan baik sehingga dampak kerusakan sedikit. Ketiga, HDPE fleksibel dan tahan lama, tahan terhadap kondisi cuaca terburuk, Keempat, dapat di daur ulang dan masih banyak lagi keunggulannya (Boat Indonesia, 2014).

Dari berbagai macam keunggulan yang ada pada bahan plastik HDPE tersebut peneliti mencoba untuk menguji kekuatan bahan dengan uji material dan mendesain struktur sebuah kapal yang diaplikasikan ke kapal pompong di perairan Riau pesisir. Pada *thesis* ini peneliti memberi judul yaitu: **“Analisis Desain Struktur Kapal Pompong Berbahan Dasar Plastik *High Density Polyethylene* Di Perairan Riau Pesisir”**. Sehingga dari thesis ini nanti diharapkan mampu di terapkan sebagai bahan pertimbangan pembuatan kapal untuk perairan Riau pesisir.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam *thesis* ini diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana karakteristik kapal pompong yang ada di perairan riau pesisir?
- b. Bagaimana menentukan spesifikasi kapal pompong untuk didesain menggunakan bahan dasar plastik HDPE yang baik?
- c. Bagaimana menentukan struktur kapal berbahan dasar plastik HDPE yang baik?
- d. Apakah karakteristik material plastik HDPE sesuai dengan karakteristik kekuatan bahan dasar pembuatan kapal?
- e. Bagaimana menganalisa kekuatan struktur kapal berbahan dasar plastik HDPE?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada *thesis* ini adalah:

- a. Kapal yang di teliti berlokasi di pulau Bengkalis
- b. Radius pelayaran berada di selat malaka, selat bengkalis dan sungai-sungai di kabupaten Bengkalis
- c. Ruang lingkup pekerjaan dibatasi pada analisa desain kontruksi kapal.

### 1.4 Maksud dan Tujuan

*Thesis* ini dimaksudkan untuk Menganalisis Desain Struktur Kapal Pompong Berbahan Dasar Plastik *High Density Polyethylene* Di Perairan Riau Pesisir. Selain itu, *thesis* ini juga memiliki tujuan khusus sebagai berikut:

- a. Melakukan survey lapangan untuk mencari karakteristik kapal pompong yang ada di perairan riau pesisir
- b. Menentukan spesifikasi kapal pompong untuk didesain menggunakan bahan dasar plastik HDPE yang baik
- c. Merancang dan menghitung struktur kapal pompong berbahan dasar HDPE yang baik.
- d. Menguji material untuk mengetahui kekuatan dan sifat bahan plastik HDPE yang digunakan untuk bahan dasar pembuatan kapal pompong
- e. Menganalisa kekuatan struktur kapal berbahan dasar plastik HDPE dengan menggunakan *Finite Element Method* (FEM)

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Memberikan informasi kepada Pengusaha pemilik kapal dan galangan mengenai material plastic HDPE yang dapat di gunakan sebagai bahan dasar pembuatan kapal pompong di perairan riau pesisir
- b. Memberikan kontribusi dan informasi tentang desain struktur kapal dengan bahan dasar plastic HDPE sehingga di masa yang akan datang bisa di aplikasikan di perairan riau pesisir
- c. Mengatasi permasalahan daerah dan galangan kapal yaitu untuk permasalahan kekurangan bahan dasar kayu sebagai bahan utama pembuatan kapal pompong.

## **1.6 Hipotesis**

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu bahwa plastik *high density polyethylene* (HDPE) layak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kapal karena bahan tersebut memiliki kekuatan material yang sebanding dengan *Fibreglass*, selain itu bahan ini lebih tahan dari material lainya karena tahan korosif dan tahan terhadap penuaan.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## **BAB 4**

### **KARAKTERISTIK KAPAL POMPONG DI PERAIRAN RIAU PESISIR**

#### **4.1. Umum**

Definisi kapal pompong secara umum adalah nama sebutan untuk kapal kayu tradisional, sedangkan menurut Zarkasyi (2006) adalah termasuk dalam jenis “Kapal Motor” (KM) kecil, yaitu kapal kecil yang pengoperasiannya menggunakan mesin yang di simpan di dalam badan kapal. Sehingga dari dua definisi tersebut dapat diartikan bahwa kapal pompong adalah kapal kecil yang umumnya terbuat dari material kayu (kapal kayu) yang pengoperasiannya menggunakan mesin dalam. Kapal tersebut pada umumnya menggunakan mesin penggerak diesel dan menggunakan bahan bakar solar (minyak diesel).

Kapal pompong yang ada di perairan Riau pesisir sangat komplek. Sangat komplek disini maksudnya yaitu memiliki berbagai macam bentuk sesuai dengan kegunaan dan memiliki ukuran utama kapal yang bermacam-macam. Dari berbagai macam bentuk tersebut harus dicari bentuk yang seefesien mungkin sehingga mendapatkan bentuk yang ideal yang cocok digunakan di perairan tersebut dan memiliki kekuatan yang cukup guna menunjang keselamatan pelayaran pada saat pengoprasian kapal.

Secara umum terdapat 3 jenis tipe kapal pompong yang biasa digunakan di perairan riau pesisir. Tipe kapal dibedakan berdasarkan muatan yang dibawa. Adapun tiga jenis tipe kapal tersebut adalah:

1. Kapal pompong Nelayan
2. Kapal pompong barang
3. Kapal pompong Penumpang

Kapal pompong nelayan adalah pompong yang digunakan nelayan sebagai kapal penangkap ikan. Seperti diketahui bahwa kapal pompong yaitu kapal kayu yang menggunakan mesin dalam, begitu juga dengan kapal pompong nelayan ini mesin diesel sebagai mesin penggeraknya. Secara umum tipe kapal pompong nelayan yang ada di perairan riau pesisir memiliki bentuk yang sama, kapal tersebut dilengkapi dengan palkah yang berisi jaring dan dilengkapi dengan box tempat ikan

tangkapan. Untuk mengetahui secara jelas bentuk kapal pompong yang ada di perairan riau pesisir dapat dilihat pada gambar 4.1, kapal tersebut merupakan salah satu bentuk kapal pompong nelayan 3 GT di perairan pulau Bengkalis.



Gambar 4.1 Kapal pompong nelayan di perairan pulau bengkalis

Kapal pompong barang di riau pesisir pada umumnya digunakan untuk membawa barang-barang kebutuhan sehari-hari dan barang-barang hasil bumi. Barang-barang kebutuhan sehari-hari di bawa dari kota besar menuju kota-kota kecil atau pulau-pulau kecil dan sebaliknya barang-barang hasil bumi di bawa ke kota. Kapal pompong barang umumnya memiliki ukuran yang lebih besar karena selain digunakan untuk kegiatan angkutan domestik juga di gunakan sebagai alat angkutan kegiatan export-import Indonesia-Malaysia.



Gambar 4.2 Kapal pompong barang / muatan bahan pokok



Gambar 4.3 Kapal pompong barang / muatan pasir

Gambar 4.2 merupakan salah satu kapal barang antar pulau yang membawa barang-barang makanan pokok dan hasil bumi. Sedangkan gambar 4.3 merupakan kapal barang pengangkut barang bahan bangunan seperti pasir, granit dan juga semen.

Kapal pompong penumpang adalah kapal pompong yang digunakan sebagai alat transportasi antar pulau. Kapal ini memiliki kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dari ke 2 tipe sebelumnya. Kebutuhan kapal pompong sangat dibutuhkan, terutama untuk daerah-daerah pulau kecil atau daerah-daerah terpencil karena jalur transportasi darat masih belum memadai.



Gambar 4.4 Kapal pompong penumpang

Kapal pompong penumpang di perairan riau pesisir pada umumnya memiliki badan yang ramping dan memiliki kecepatan yang tinggi ini dikarenakan jalur transportasi yang dilalui merupakan perairan yang tenang dan hanya melewati selat

bengkalis dan sungai-sungai yang ada di sekitar perairan riau pesisir. Gambar 4.4 memberikan gambaran bentuk dari kapal pompong penumpang yang di gunakan di riau pesisir khususnya bengkalis.

#### 4.2. Tinjauan Lokasi

Riau pesisir memiliki wilayah perairan yang sangat luas. Seperti yang telah di jelaskan pada bab 2 sebelumnya yaitu wilayah riau pesisir terdiri dari 6 kabupaten, dan salah satunya adalah kabupaten Bengkalis. Kabupaten Bengkalis merupakan daerah yang mempunyai garis pantai sepanjang 1.355 Km dan merupakan daerah dengan pantai terpanjang di Provinsi Riau (Pemerintah kabupaten Bengkalis, 20/5/2015). dari tinjauan lokasi tersebut memang layak kabupaten Bengkalis dijadikan sebagai wilayah survey untuk mewakili kondisi keragaman kapal pompong yang ada di wilayah riau pesisir.

Berdasarkan data dari dinas kelautan dan perikanan kabupaten Bengkalis (2014), jumlah kapal pompong terbesar terdapat di kecamatan Bantan dan kecamatan Bengkalis, dimana ke dua kecamatan tersebut berada di pulau Bengkalis. Sehingga survey terhadap model bentuk dan spesifikasi kapal pompong untuk wilayah perairan riau pesisir dilakukan di pulau Bengkalis.



Gambar 4.5 Peta kabupaten Bengkalis (bengkalskab.go.id, 2014)

Pada gambar 4.5 diatas terlihat dengan jelas letak kecamatan Bantan dan kecamatan Bengkalis pada satu pulau yaitu pulau Bengkalis. Letak ibu kota kabupaten bengkalis terletak di pulau tersebut sehingga pulau tersebut lebih maju dan

memiliki armada kapal pompong yang lebih banyak di bandingkan dengan daerah-daerah lainya pada kabupaten tersebut.

#### 4.3. Jumlah Armada Kapal Pompong di Perairan Riau Pesisir

Berdasarkan hasil survey yang dilakukan dan berdasarkan data dari dinas kelautan dan perikanan kabupaten bengkalis tahun 2014 (Nasoha, 2014) di ketahui jumlah armada kapal pompong di perairan pulau bengkalis yang merupakan bahagian dari daerah riau pesisir. Data jumlah armada kapal pompong tersebut di bedakan berdasarkan jenis angkutan kapal dan kapasitas muatannya.

Tabel 4.1 Ketersediaan Armada Kapal Pompong di Perairan Pulau Bengkalis Tahun 2014

No	Tipe kapal	Ketersediaan Kapal Pompong							
		1 GT (Unit)	2 GT (Unit)	3 GT (Unit)	4 GT (Unit)	5 GT (Unit)	6-10GT (Unit)	11-30GT (Unit)	>30GT (Unit)
1	Kapal pompong Nelayan	246	259	270	150	141	53		
2	Kapal Pompong Barang	-	-	-	-	-	9	76	17
3	Kapal Pompong Penumpang	6	4	-	-	-	-	-	-

Data survey dan data dinas kelautan dan perikanan kabupaten Bengkalis tahun 2014

Pada tabel 4.1 yang merupakan ketersediaan armada kapal pompong di perairan riau pesisir memperlihatkan bahwa kapal pompong nelayan merupakan jumlah yang dominan di daerah perairan pulau Bangkalis yang diikuti dengan kapal pompong barang dan kapal pompong penumpang. Kapal pompong nelayan pada daerah tersebut memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan kapal-kapal pompong barang yaitu kebanyakan di bawah dari 10 GT, berbeda dengan kapal-kapal pompong barang yang pada umumnya memiliki ukuran lebih besar dari 10 GT.

Setelah dilakukan analisa ternyata kebanyakan penduduk di pulau bengkalis sebahagian besar berprofesi sebagai nelayan tradisional sehingga armada kapal



pompong nelayan yang dimilikinya masih tergolong kecil dan memiliki daerah tangkapan yang disekitar pantai saja yaitu radius kurang dari 6 mill dari pinggiran pantai. Oleh sebab itu sesuai data pada tabel 4.1 yang didapatkan, kapal pompong nelayan 3 GT merupakan kapal terbanyak yang dimiliki oleh pengusaha di perairan pulau bengkalis tersebut.

#### **4.4. Bahan dan Kapasitas Kapal Pompong di Perairan Riau Pesisir**

Untuk mengetahui bahan dan kapasitas kapal pompong yang ada di perairan riau pesisir terutamanya di perairan pulau Bengkalis berikut ini akan dibahas secara rinci berdasarkan jenis kapalnya.

##### **4.4.1. Kapal pompong nelayan**

Pada kenyataannya pada saat ini nelayan di perairan pulau Bengkalis masih lebih dominan menggunakan bahan kayu untuk material pembuatan kapal terutama untuk kapal nelayan yang di bawah kapasitas 3 GT. Namun demikian pemerintah daerah kabupaten Bengkalis memberikan bantuan kapal motor tempel dari bahan *fiberglass* berupa bantuan Hibah untuk menggantikan kapal pompong terhadap kelompok-kelompok nelayan yang membutuhkannya, terutama untuk nelayan-nelayan tradisional yang kurang mampu, kapal tersebut berkapasitas 1 GT sampai dengan 3 GT.



Gambar 4.6. Kapal Pompong Nelayan 3 GT

Untuk kapal dengan kapsitas diatas 3 GT sudah mulai banyak menggunakan bahan *fiberglass*. Pada gambar 4.6 diatas terlihat bentuk kapal pompong nelayan 3 GT dengan bahan dasar *fiberglass*.

#### 4.4.2. Kapal pompong barang

Kapal pompong barang memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan kapal-kapal pompong nelayan yang berada di perairan pulau Bengkalis. Kapal pompong tersebut masih menggunakan material kayu dan belum ada yang menggunakan bahan *fiberglass* atau material lainnya. Bahkan untuk kapal barang perdagangan lintas batas (PLB) Indonesia-Malaysia yang berada di Bengkalis masih menggunakan kapal kayu. Kapal PLB yang ada berukuran antara 15 GT sampai dengan 30 GT yang memiliki bentuk dan konstruksi seperti kapal nelayan.



Gambar 4.7. Kapal Perdagangan Lintas Batas Bengkalis-Muar

Kapal perdagangan lintas batas (PLB) Indonesia-Malaysia yaitu antara Bengkalis dengan Muar seperti terlihat pada gambar 4.7 diatas beroperasi dengan jarak pelayaran 109 Mill melewati perairan Selat Malaka, waktu tempuh sekitar 7 (tujuh) jam, tinggi gelombang 2 m ~ 4 m, kedalaman air mencapai -32 m.lws, kecepatan angin yang favourable diantara 0 sampai 20 knot, ketinggian air pasang surut antara -0,7 ~ -2,9 m.lws dan kecepatan arus dengan magnitude sebesar 2 knot sampai 4 knot (Susanto, 2008).

#### 4.4.3. Kapal pompong penumpang

Melalui survey yang dilakukan ternyata kebutuhan kapal pompong penumpang dengan bahan dasar kayu setiap tahunnya mengalami penurunan jumlah armadanya. Kebutuhan tersebut diganti dengan kapal *speedboat*

*fiberglass* yang menggunakan mesin tempel, kapal tersebut ternyata lebih di gemari penumpang karena lebih cepat dibandingkan dengan kapal-kapal pompong penumpang sebelumnya. Kapal pompong penumpang pada saat ini memiliki kapasitas kecil antara 1 GT sampai dengan 3 GT. Bentuk kapal penumpang memiliki lambung lebih ramping dibandingkan kapal nelayan dan memiliki kecepatan sampai 30 knot berbeda dengan kapal nelayan yang hanya memiliki kecepatan antara 6 knot sampai dengan 10 knot.

#### 4.5. Bentuk Spesifikasi Lambung Kapal Pompong di Perairan Riau Pesisir

Ukuran utama kapal pompong nelayan 3 GT di perairan riau pesisir memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda-beda di karenakan pembuatan kapal berdasarkan pengalaman dan tidak memiliki perancangan dan perhitungan secara tertulis melainkan hanya menggunakan kebiasaan mereka masing-masing. Untuk itu gambar lines plan dan gambar rencana umumnya tidak ada. Dengan melihat dan mengukur beberapa contoh kapal pompong nelayan 3GT di perairan pulau bengkalis maka penulis memilih ukuran dan bentuk kapal secara acak dan didapatkan satu ukuran dan gambar bentuknya dari hasil pemotretan yang nantinya dapat dijadikan dalam membuat disain baru dengan menggunakan *software maxsurf*.

Adapun ukuran utama kapal pompong nelayan yang dipilih dapat dilihat pada tabel 4.2 yang merupakan ukuran utama kapal pompong yang ada di perairan pulau bengkalis. Sedangkan gambar bentuk lambung kapal dan desain rencana umum kapal pompong nelayan tersebut secara umum dapat dilihat pada gambar 4.8 dan gambar 4.9. Gambar tersebut merupakan gambar kapal pompong nelayan 3 GT di perairan pulau bengkalis atau di perairan riau pesisir.

Tabel 4.2 Ukuran Utama Kapal Pompong 3GT untuk Nelayan Perairan Bengkalis

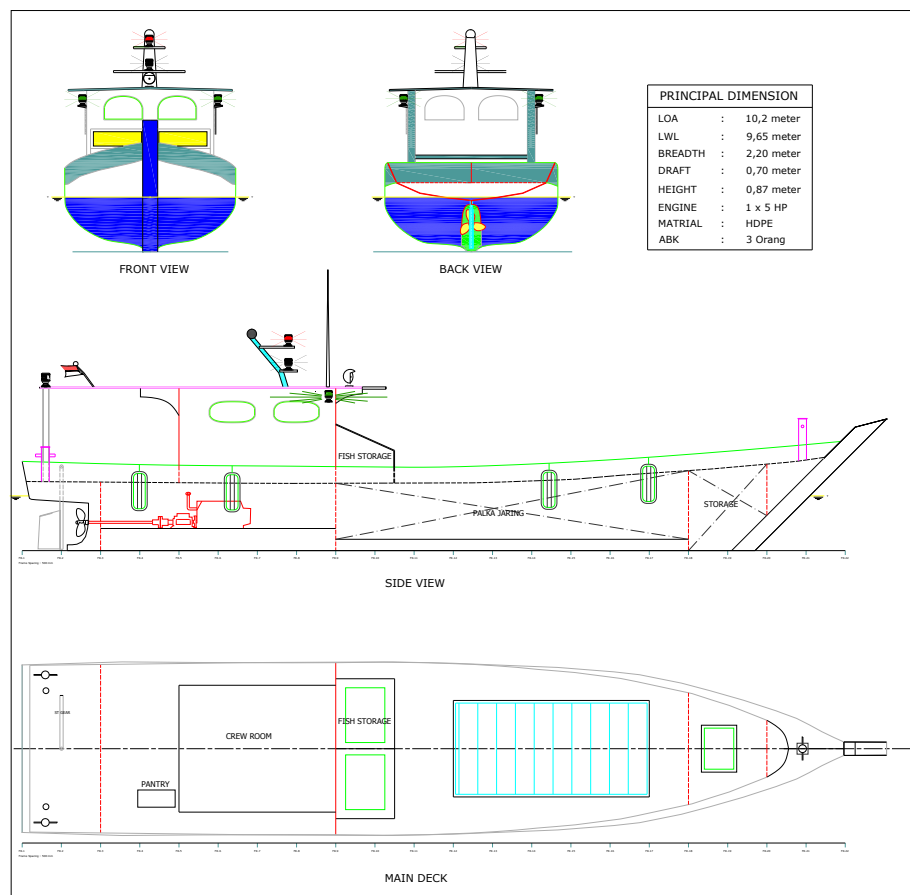
Type	: Kapal Nelayan
Kapasitas	: 3 GT
LOA	: 10,2 meter
Breadth	: 2,20 meter
Height	: 0,87 meter
Engine	: 1 x 15 kW
Radius	: 12 mill
Jumlah ABK	: 3 orang

Data survey lapangan kapal pompong di perairan Bengkalis





Gambar 4.8 Bentuk Kapal Pompong Nelayan



Gambar 4.9 Rencana Umum Kapal Pompong Nelayan

#### 4.6. Bentuk Perhatian Pemerintah Daerah Kepada Pemilik Kapal di Perairan Riau Pesisir

Pemerintah kabupaten Bengkalis pada akhir-akhir ini setiap tahunnya mengeluarkan dana bantuan berupa kapal-kapal nelayan dari bahan fibreglass.

Bantuan tersebut ditujukan pada kelompok-kelompok nelayan warga kabupaten bengkalis dan sifatnya bantuan fisik tanpa pengembalian atau bantuan hibah. Bantuan kapal-kapal tersebut memiliki ukuran dan bentuk yang sama yaitu kapal bermotor tempel dengan kapasitas antara 1 GT sampai dengan 3 GT. Bantuan kapal tersebut berbahan dasar *fibreglass* ini dikarenakan kelangkaan kayu bahan kapal sehingga pemerintah daerah lebih memilih bahan tersebut. Disini terlihat sekali bahwa kebutuhan market kapal nelayan untuk daerah perairan riau pesisir sangat banyak sekali terutama di perairan pulau bengkalis.



Gambar 4.10 Kapal Nelayan motor temple 1 GT bantuan Hibah dari pemerintah daerah kabupaten Bengkalis kepada masyarakat kelompok Nelayan

Pada gambar 4.10 diatas tidak termasuk kedalam kelompok kapal pompong dikarenakan kapal tersebut dilengkapi dengan motor temple yang memiliki kecepatan tinggi. Sesuai dengan definisi bahwa kapal pompong hanya termasuk untuk kapal kecil dengan kecepatan rendah dan menggunakan tenaga penggerak dalam.

Berdasarkan penjelasan dari point 4.1 sampai dengan point 4.6 diatas sudah sepantasnya kapal pompong nelayan 3 GT dapat dipilih untuk dijadikan sebagai sumber penelitian dalam thesis ini karena dengan penelitian tersebut diharapkan mampu memenuhi pasaran dan juga mampu membantu pemerintah daerah dalam mengatasi permasalahan kelangkaan kayu bahan dasar pembuatan kapal pompong. Selain itu bahan plastik HDPE tersebut sangat cocok untuk kapal-kapal kecil akan

tetapi belum ada standar konstruksi yang baku khusus untuk kapal pompong atau kapal ikan. sehingga banyak kesulitan dari pengusaha, desainer maupun pemerintah untuk menerapkan bahan tersebut untuk dijadikan sebuah kapal.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 5**

### **ANALISIS SPESIFIKASI DAN PERENCANAAN KAPAL POMPONG BERBAHAN PLASTIK HDPE**

#### **5.1. Spesifikasi Kapal Pompong Berbahan Dasar Plastik HDPE di Perairan Riau Pesisir**

Spesifikasi sebuah kapal merupakan bagian yang sangat penting saat ingin melakukan sebuah perancangan kapal. Spesifikasi dijadikan sebagai dasar data permintaan dalam sebuah proses perancangan kapal. Untuk menentukan spesifikasi kapal pompong yang akan di desain menggunakan bahan dasar plastik HDPE tersebut peneliti menggunakan 2 ketentuan dasar sebagai sarat mendapatkan spesifikasi yang cocok untuk di gunakan di perairan riau pesisir. Adapun 2 ketentuan tersebut adalah:

##### **5.1.1. Kreteria Kekuatan Plastik HDPE Sebagai Material Kapal**

Berdasarkan *rule class* material plastic HDPE dapat dijadikan sebuah kapal. Rule class yang mengatur diantaranya Det Norske Veritas (DNV, 2010) dan Turk Loydu (2014). Berdasarkan peraturan tersebut kreteria-kreteria kapal pelastik ini cocok untuk digunakan sebagai:

- Kapal kecil dengan panjang kurang dari 24 m
- Kapal-kapal cepat, kapal patroli dan kapal penolong
- Kapal yang berlayar untuk semua wilayah perairan,
- Kapal yang dapat dirancang dengan menggunakan mesin penggerak dalam, menggunakan penggerak *waterjet*, menggunakan mesin tempel, atau mesin penggerak lainnya.

##### **5.1.2. Kreteria Permintaan Pasar**

Sesuai dengan permintaan kapal yang ada di perairan riau pesisir terdapat beberapa kreteria yang di terapkan. Kreteria-kreteria itu sesuai dengan Spesifikasi kapal pompong yang telah dibahas pada bab 4 sebelumnya. Adapun spesifikasi kapal yang akan di desain untuk wilayah perairan riau tersebut adalah sebagai berikut:

- Kapal kecil dengan panjang di bawah 24 m

- Untuk dioperasikan di sungai, selat melaka dan selat bengkalis
- Kapal monohull dengan mesin penggerak dalam atau menggunakan diesel
- Kapal pompong yang dipilih yaitu kapal pompong nelayan 3 GT karena kapal tersebut paling banyak dan sangat dibutuhkan di perairan riau pesisir khususnya di pulau bengkalis
- Radius pelayaran kurang dari 24 mill

Berdasarkan karakteristik kapal pompong yang dipilih pada bab 4 sebelumnya kapal pompong nelayan 3 GT dapat dijadikan sebagai Spesifikasi ukuran utama untuk mendesain konstruksi kapal pompong berbahan dasar plastic HDPE nantinya. Dari ukuran utama yang ada dan sesuai dengan rencana umum yang dimiliki sebelumnya peneliti mencoba untuk berusaha mencoba menggunakan perencanaan yang ada dilapangan. Namun harus merubah beberapa bentuk lambungnya. Tujuan dari modifikasi lambung tersebut yaitu untuk mempermudah dalam pembuatan cetakan nantinya.

Dalam tabel 5.1 ditunjukkan ukuran utama kapal yang dirancang kembali menggunakan *software Maxsurf.20*. Selain desain dilakukan berdasarkan 2 landasan yaitu: mempertahankan desain awal dan menyederhanakan bentuk lambung kapal dalam pembentukan cetakan, desain kapal baru harus tetap memenuhi dari kapasitas muatan dan kapasitas *Gross Tone* (GT) kapal.

Tabel 5.1 Ukuran Utama *basic ship*

Type	: Kapal Nelayan
Kapasitas	: 3 GT
LOA	: 10,2 meter
Breadth	: 2,20 meter
Height	: 0,87 meter
Engine	: 1 x 15 kW
Radius	: 12 mill
Jumlah ABK	: 3 orang

Untuk mengetahui total dari *Gross Tone* (GT) kapal - kapal yang akan dievaluasi, maka perlu dihitung terlebih dahulu volume ruang-ruang tertutup pada kapal. Untuk perhitungan GT menggunakan persamaan  $0,25 \times \text{Volume ruang tertutup}$ , khusus untuk kapal dengan panjang kurang atau sama dengan 24 meter (IMO, 1969).

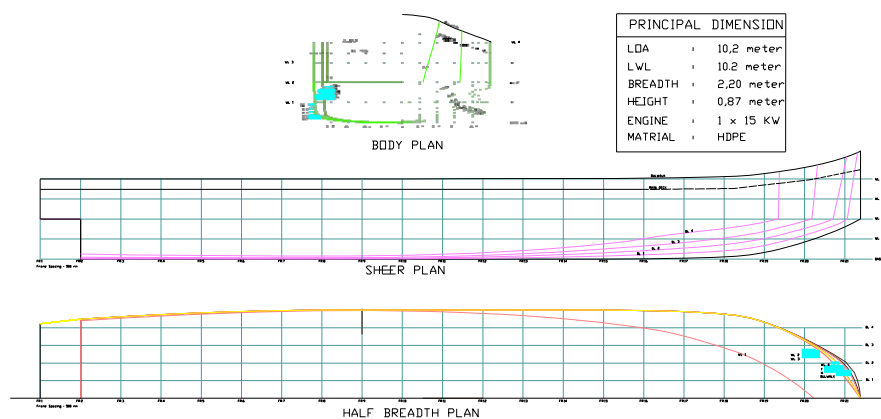
## 5.2. Merancang Bentuk Lambung Kapal Pompong Berbahan Plastik HDPE untuk Perairan Riau Pesisir

Setelah mendapatkan spesifikasi kapal pompong yang akan dirancang, seterusnya dilakukan perencanaan struktur kapal yang akan didesain sesuai dengan material yang digunakan. Ada beberapa tahap pekerjaan yang dilakukan diantaranya adalah:

### 5.2.1. Merancang Gambar *Lines Plan*

Gambar lines plan dirancang berdasarkan ukuran utama kapal sesuai dengan table 5.1 di atas. Namun demikian bentuk lambung kapal dirancang berbeda dengan kapal pompong (kapal kayu) yang ada sebelumnya. Adapun tujuan perubahan bentuk lambung tersebut adalah sebagai berikut:

- Mempermudah dalam proses pembuatan cetakan kapal
- Merancang supaya stabilitas kapal lebih baik



Gambar 5.1. *Lines plan* kapal pompong nelayan berbahan plastik HDPE

Gambar 5.1 diatas merupakan gambar *lines plan* kapal pompong nelayan yang di rancang menggunakan material dasar plastic HDPE. Perbedaan lines plan kapal plastic tersebut terlihat pada bentuk haluannya lebih gembung dan memiliki bentuk yang lebih sederhana. Pada bentuk buritan kapal di buat menyerupai bentuk lambung buritan kapal *fiberglass* tujuannya adalah untuk mempermudah dalam pembuatan cetakan nantinya. Gambar *lines plan* yang lebih jelas dapat dilihat pada lampiran 2A.

### 5.2.2. Penentuan tinggi sarat kapal

Untuk menentukan tinggi sarat kapal gunakan hukum Archimedes. Sarat kapal dihitung menggunakan beberapa persamaan. Berikut ini di jabarkan langkah-langkah perhitungan tersebut:

- a) Menentukan LWT, DWT dan Berat cadangan

*Light weight tonnage* (LWT) atau berat konstruksi lambung kapal, permesinan dan peralatan system lainnya yang sifatnya permanen sedangkan *Dead weight tonnage* (DWT) merupakan berat dari Muatan, Bahan bakar, Minyak pelumas, Air tawar, ballast, provisi (perbekalan), Penumpang dan Anak buah kapal (ABK)

Tabel 5.2. Berat lambung kapal pompong berbahan plastic HDPE

No	Item Berat	Luasan [m <sup>2</sup> ]	Tebal [m]	$\rho$ HDPE [ton/m <sup>3</sup> ]	Berat [ton]
1	Kulit lambung				
	- pelat bottom	25.01	0.015	0.95	0.36
	- pelat side	10.86	0.015	0.95	0.15
	- pelat inner bottom	15.40	0.015	0.95	0.22
	- pelat deck	17.57	0.015	0.95	0.25
<b>Total berat kulit lambung</b>					<b>0.98</b>
2	Konstruksi				
	- sekat	7.04	0.015	0.95	0.10
	- gading+beam+girder	5.60	0.015	0.95	0.08
<b>Total berat konstruksi</b>					<b>0.18</b>
3	Bangunan atas geladak				
	- top deck	2.40	0.015	0.95	0.03
	- dinding bangunan	6.96	0.015	0.95	0.10
	- konstruksi bangunan	1.12	0.015	0.95	0.02
<b>Total berat bangunan atas geladak</b>					<b>0.15</b>

Berdasarkan tabel 5.2 diatas terlihat bahwa berat badan kapal digolongkan kedalam 3 kategori yaitu: berat kulit lambung, berat konstruksi dan berat bangunan atas. Total berat lambung keseluruhan kapal adalah 1,31 ton.



Tabel 5.3. Komponen berat kapal pompong berbahan plastic HDPE

No	Item Berat	Berat [ton]
1	Kulit Lambung	0.98
2	Konstruksi	0.18
3	Bangunan atas gladak	0.15
4	Main Engine, Propeller & shaft	0.50
5	Kemudi	0.04
6	Jaring & Pelampung	0.80
7	Box Ikan	0.04
8	Jangkar & tali jangkar	0.03
9	Anak buah kapal ( 3 orang)	0.24
10	Perlengkapan Masak	0.01
11	Bahan bakar (solar) "full"	0.03
12	Makanan "Full"	0.01
13	Minuman "full"	0.06
14	Berat Es "full"	0.02
15	Jumlah Tangkapan "full"	0.40
<b>Total</b>		<b>3.49</b>

Sedangkan tabel 5.3 menjelaskan komponen berat yang ada di kapal. Komponen berat tersebut diambil dari desain umum kapal pompong berbahan plastic HDPE sesuai dengan desain kapal kayu sebelumnya. Sedangkan berat lambung kapalnya disesuaikan berdasarkan perhitungan lambung kapal yang terlihat pada tabel 5.2.

*Light weight tonnage* (LWT) pada kapal pompong plastic HDPE ini adalah: berat kulit lambung, konstruksi, bangunan atas geladak, main engine, propeller, sharf, kemudi, jangkar, tali jangkar, perlengkapan masak dan box ikan. Jadi total LWT kapal pompong adalah 1,93 ton. Sedangkan yang termasuk *Dead weight tonnage* (DWT) adalah: berat Jaring, pelampung, ikan tangkapan, bahan bakar, anak buah kapal, makanan, minuman dan es balok pendingin ikan. Adapun total DWT nya dalah 1,56 ton.

b) Mencari displasment kapal

Displacement atau sering disebut dengan berat benaman adalah berat zat cair yang dipindahkan oleh badan kapal yang berada di bawah permukaan

cairan dimana kapal berada, atau bisa dikatakan bahwa displacement adalah berat kapal beserta isinya. Secara matematisnya displacement adalah jumlah dari berat LWT, DWT dan berat Cadangan.

Berat cadangan pada yang digunakan pada desain ini adalah sebesar 10% dari muatan. Muatan kapal terdiri dari jaring beserta perlengkapan ditambah dengan muatan ikan dengan total muatan 1,2 ton sehingga jumlah berat cadangannya adalah 0,12 ton. Untuk mendapatkan besarnya displacement kapal dapat menggunakan formula dibawah ini.

$$\Delta = \text{LWT} + \text{DWT} + \text{berat cadangan} \quad [\text{ton}] \quad (5.1)$$

Keterangan:

$$\Delta = \text{Displacement} \quad [\text{ton}]$$

$$\text{LWT} = \text{Light weight tonnage} \quad [\text{ton}]$$

$$\text{DWT} = \text{Dead weight tonnage} \quad [\text{ton}]$$

$$\text{Berat cadangan} = 10\% \text{ berat muatan} \quad [\text{ton}]$$

$$\Delta = 1,93 + 1,56 + 0,12 \quad [\text{ton}]$$

$$\Delta = 3,61 \quad [\text{ton}]$$

c) Mencari tinggi sarat kapal

Sarat kapal adalah jarak vertikal antara garis air sampai dengan lunas kapal di bagian midship kapal. Untuk mendapatkan tinggi sarat kapal pompong ini yaitu dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\Delta = L \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot \rho \quad [\text{ton}] \quad (5.2)$$

$$T = \Delta / (L \cdot B \cdot C_b \cdot \rho) \quad [\text{m}]$$

Keterangan:

$$\Delta = \text{Displacement} = 3,61 \quad [\text{ton}]$$

$$L = \text{Panjang kapal} = 8,98 \quad [\text{m}]$$

$$B = \text{Lebar kapal} = 2,2 \quad [\text{m}]$$

$$C_b = \text{koefesien block} = 0,767$$

$$\rho = \text{massa jenis air} = 1,025 \quad [\text{ton/m}^3]$$

$$T = 0,232 \quad [\text{m}]$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan tinggi syarat kapal pompong yaitu setinggi 0,232 m.

### 5.2.3. Evaluasi *free board* kapal

Evaluasi *free board* terhadap kapal yang dirancang berdasarkan ketentuan yang diberikan oleh peraturan menteri perhubungan nomor KM 3 (2005) tentang peraturan lambung timbul kapal. Dalam peraturan tersebut ditetapkan formula perhitungan batas minimum *free board* untuk kapal bukan tangki dengan panjang kapal dibawah 50 meter adalah 80% panjang kapal dalam satuan centimeter. Khusus untuk kapal yang memiliki tinggi saratnya lebih besar dari panjang kapal per 15 maka tinggi *free board* akan diberi tambahan lagi sesuai formula (5.4) dan formula (5.5).

$$\text{Free board} = H - T \quad [\text{m}] \quad (5.3)$$

Keterangan:

$$H = \text{Tinggi kapal} \quad [\text{m}]$$

$$T = \text{Tinggi sarat} \quad [\text{m}]$$

$$H = 0.87 \quad [\text{m}]$$

$$\text{Free board} = 0.638 \text{ [m]} \quad (\text{Free board desain})$$

Sesuai Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 3 (2005) *free board* minimum yang diizinkan adalah:

$$\text{Free board} = 0,8 * L [\text{cm}] \quad \text{untuk kapal dengan panjang} < 50 \text{ m} \quad (5.4)$$

$$\text{Free board} = 7.18 \quad [\text{cm}]$$

Koreksi terhadap penambahan *free board* apabila  $H > L/15$

$$\text{Penambahan} = 20 (H - L/15) [\text{cm}] \quad \text{untuk kapal dengan } L < 50 \text{ m} \quad (5.5)$$

$$\text{Penambahan} = 5.42 \quad [\text{cm}]$$

$$\text{Free board yang diizinkan minimal} = \text{Free board awal} + \text{Penambahan} \quad (5.6)$$

$$\text{Free board yang diizinkan minimal} = 12,61 \quad [\text{cm}]$$

Berdasarkan koreksi perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa tinggi sarat kapal pompong plastic HDPE pada desain telah memenuhi standar yang diberikan oleh peraturan menteri perhubungan No. KM 3 (2005) dimana sesuai peraturan jarak minimumnya adalah 12,61 cm sedangkan pada desain kapal tersebut yaitu 63,8 cm.

#### 5.2.4. Evaluasi *Gross Tone* (GT) kapal

Untuk membuktikan bahwa desain kapal tersebut masih termasuk kapal 3GT maka dilakukan perhitungan ulang *Gross Tone* (GT) kapal sesuai dengan IMO (1969). Adapun perhitungan yang didapatkan adalah:

$$GT \text{ kapal} = 0,25 \times (\text{Volume ruang tertutup}) \quad [GT] \quad (5.7)$$

Dimana:

$$V \text{ ruang tertutup} = V \text{ Displacement} + R \text{ Gladak} + V \text{ Freeboard} + R \text{ Forecastle}$$

Sehingga:

$$GT \text{ Kapal} = 0,25 \times (V \text{ disp} + V \text{ freeboard}) \quad [GT]$$

$$GT \text{ Kapal} = 0,25 \times (12,67) \quad [GT]$$

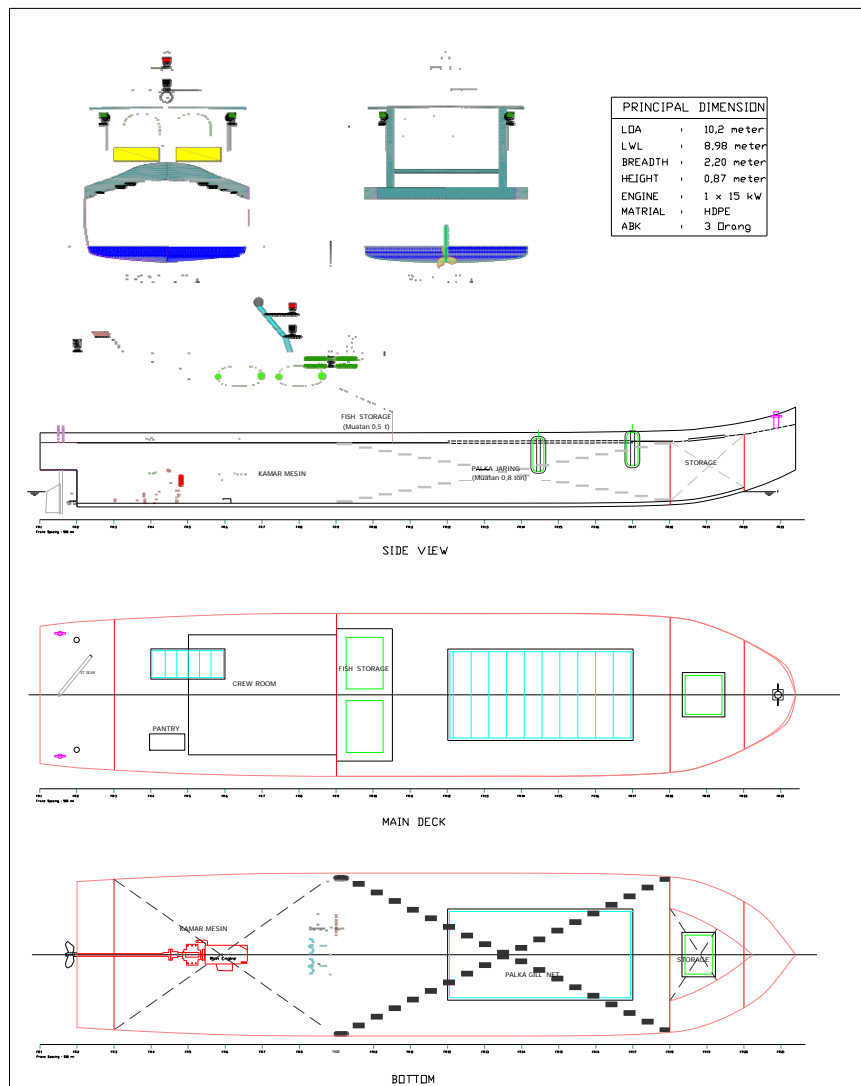
$$GT \text{ Kapal} = 3,16 \text{ GT atau setara dengan 3 GT}$$

Dari perhitungan di atas terbukti bahwa kapal yang dirancang termasuk kedalam kapal yang memiliki *Gross Tone* (GT) kapal sebesar 3 GT. Dengan demikian kapal pompong berbahan plastik ini dapat digolongkan menjadi kapal pompong nelayan 3 GT.

#### 5.2.5. Merancang Gambar Rencana Umum

Perencanaan gambar Rencana umum disesuaikan berdasarkan gambar *lines plan* pada gambar 5.1 diatas. Rencana umum disesuaikan juga dengan perencanaan kapal pompong yang ada di perairan Riau pesisir. Gambar 5.2 menunjukkan gambar rencana umum kapal pompong nelayan yang di rancang dengan menggunakan *software maxsurf pro 11.12*. dan di *export* ke *AutoCAD 2014*. Gambar rencana umum tersebut merupakan tampak 2D yang terlihat dari berbagai arah. Untuk melihat lebih jelas dari gambar rencana umum tersebut dapat dilihat pada lampiran 2.

Kapal pompong nelayan ini dirancang dengan jumlah ABK sebanyak 3 orang, dapat menampung jarring *Gill Net* seberat 0,8 ton dan muatan ikan sebanyak 0,5 ton. Kapal ini tidak dilengkapi dengan mesin penggulung jaring, karena penebaran dan pengangkatan jaring dilakukan dengan tenaga manusia.



Gambar 5.2. Rencana umum kapal pompong nelayan berbahan plastik HDPE

### 5.2.6. Evaluasi Stabilitas Kapal

Evaluasi stribilitas pada tesis ini menggunakan metode "*Barnhart* dan *Thewlis*" dengan bantuan *software Maxsurf-Hydromax.20*. Adapun tujuan evaluasi ini adalah agar dapat membuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standart keselamatan pelayaran (*safety of life at sea*) dan kenyamanan penumpang tentang stabilitas kapal. Kreteria stabilitas yang digunakan adalah *International Maritime Organization (IMO)*

Adapun kriteria *International Maritime Organization* (IMO, 1977) yang digunakan ialah sebagai berikut:

1. *IS code* 2008
  - a. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $0^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  tidak boleh kurang dari atau sama dengan 3.15 m.deg
  - b. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $0^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  tidak boleh kurang dari atau sama dengan 5.16 m.deg
  - c. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $30^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  tidak boleh kurang dari atau sama dengan 1.719 m.deg
2. *IS Code* 2008  
Nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut  $30^{\circ}$  -  $180^{\circ}$  tidak boleh kurang dari atau sama dengan 0.2 meter
3. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.3  
Sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang dari atau sama dengan  $25^{\circ}$
4. Section A.749, Chapter 3.1.2.4  
Nilai GM awal pada sudut  $0^{\circ}$  tidak boleh kurang dari atau sama dengan 0.15 meter
5. *Fishing Vessel Criteria*, Chapter 4.2.3.1  
Nilai GM awal untuk kapal dengan panjang sampai dengan 24 m pada sudut  $0^{\circ}$  tidak boleh kurang dari atau sama dengan 0.35 meter

Kreteria-kreteria yang diberikan IMO tersebut diatas merupakan kreteria stabilitas untuk kapal diatas 24 m. Namun demikian Fyson (1985) merekomendasikan kreteria-kreteria tersebut sebagai kreteria alternatif dalam menentukan stabilitas kapal ikan dibawah 24 meter.

Pada evaluasi stabilitas kapal menggunakan 3 *load case* yaitu:

1. *Load case 1*, yaitu kondisi pada saat meninggalkan pelabuhan menuju ke tempat penangkapan, bahan bakar, pendingin ikan dan muatan jaring terisi penuh 100% sedangkan muatan ikan kosong

2. *Load case 2*, yaitu kondisi pada saat kapal beroperasi di area penangkapan dengan kondisi kapal hasil tangkapan 50% begitu pula dengan bahan bakar dan muatan jaring 50%.
3. *Load case 3*, yaitu kondisi pada saat kapal tiba di pelabuhan dengan kondisi kapal hasil tangkapan 100% , jaring 100% sedangkan bahan bakar 10%

Pada evaluasi tersebut diatas kapal tidak memiliki tangki karena tangki bahan bakar dan tangki air minum terbuat dari *gallon*, selain itu bahan bakar yang di gunakan berjumlah sedikit sehingga jika pada *load case* muatan penuh bahan bakar yang digunakan hanya 10% dianggap kecil dan tidak mempengaruhi stabilitas kapal.

#### 5.2.6.1. *Load case 1*

Pembebanan yang terjadi pada *load case 1* untuk evaluasi stabilitas kapal dapat dilihat pada tabel 5.4. di bawah ini

Tabel 5.4 Pembebanan pada *Load case 1*

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	FSM Type
Lightship	1	1.160	1.160	-0.200	0.000	0.480	User Specified
Bangunan atas	1	0.150	0.150	-2.250	0.000	1.250	User Specified
Mesin	1	0.500	0.500	-2.750	0.000	0.250	User Specified
Bok ikan (muatan kosong)	1	0.040	0.040	-0.750	0.000	1.250	User Specified
Jangkar	1	0.040	0.040	4.000	0.000	0.480	User Specified
Jaring (100%)	1	0.800	0.800	1.500	0.000	0.400	User Specified
Total Loadcase			2.690	-0.228	0.000	0.468	
FS correction						0.000	
VCG fluid						0.468	

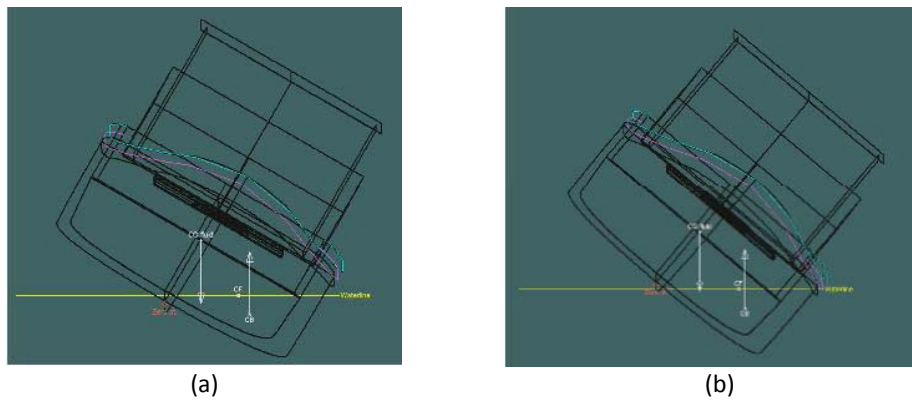
Tabel pembebanan pada *load case 1* di tabel 5.4 merupakan tabel *input* dari program *Maxsurf-Hydromax.20* yang digunakan untuk menghitung stabilitas pada evaluasi ini. Perhitungan pembebanan bersifat permanen dengan kata lain tidak adanya perubahan tempat. Untuk *running* program di *running* dari sudut  $0^0$  sampai dengan sudut  $90^0$ .

Hasil running program *hydromax 20* tersebut dapat dilihat pada tabel 5.5 dan gambar kurva stabilitas kapal pada gambar 5.4. Dari kurva tersebut dinyatakan bahwa harga GZ terbesar terjadi pada derajat  $35,5^0$  dengan panjang GZ 0,478 m.

Tabel 5.5 Nilai stabilitas terhadap derajat kemiringan pada *load case 1*

Heel to Starboard deg	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
GZ m	0.00	0.29	0.42	0.47	0.478	0.45	0.39	0.32	0.22	0.14
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.00	1.55	5.27	9.82	14.59	19.25	23.53	27.15	29.85	31.64
Displacement t	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69

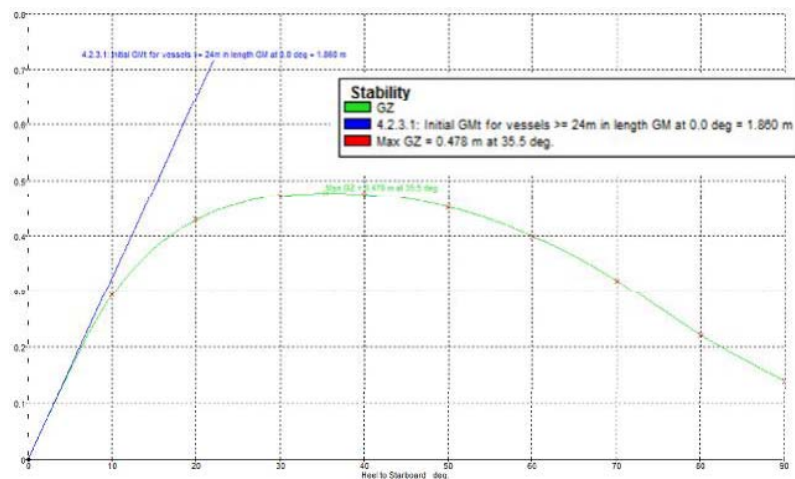
Namun pada kenyataannya walaupun kapal memiliki deck tertutup pada semua palkah, pada sudut oleng maximal antara  $30^0$  atau  $40^0$  kemiringan air akan menggenangi permukaan deck yang akan mengganggu kerja kapal. Untuk lebih jelasnya kondisi kapal jika diolengkan sesuai derajat kemiringan tersebut dapat dilihat pada gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5.3. Gambar sudut keolengan kapal

(a) Keolengan sudut  $30^0$

(b) Keolengan sudut  $40^0$



Gambar 5.4. Kurva GZ terhadap derajat kemiringan pada *load case 1*



Berdasarkan hasil nilai stabilitas yang ditunjukkan oleh tabel 5.5 dan gambar kurva GZ pada gambar 5.4 terlihat dengan jelas bahwa nilai derajat kemiringan terbesar pada derajat  $35,5^0$  dengan nilai GZ yaitu 0,478 m dan dengan luasan 14,59 m.deg. pada tabel tersebut juga menunjukkan nilai luasan di bawah kurva GZ, dimana hasil tersebut jika di bandingkan dengan kreteria yang di berikan oleh IMO harganya secara keseluruhan telah terpenuhi.

Tabel 5.6 Harga GZ terhadap kreteria-kreteria IMO pada *load case 1*

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	9.8260	Pass	+211.81
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	14.5960	Pass	+183.05
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	4.7700	Pass	+177.50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.478	Pass	+139.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	35.5	Pass	+41.82
4.2 Fishing vessel	4.2.3.1: Initial GMt for vessels $\geq$ 24m in length	0.350	m	1.860	Pass	+431.43

Dari tabel 5.6 yang merupakan tabel hasil nilai GZ berdasarkan kreteria-kreteria yang diberikan oleh IMO menunjukkan bahawa stabilitas kapal pompong berbahan plastik ini telah terpenuhi dengan nilai margin antara +41,8% sampai dengan +431%. Nilai value pada tabel 5.6 diatas merupakan nilai standart minimum yang di berikan oleh IMO sesuai dengan kreteria-kreteria yang diberikan sedangkan nilai actual merupakan nilai hasil *running* kapal pompong itu sendiri.

#### 5.2.6.2.Load case 2

Pembebanan yang terjadi pada *load case 2* untuk evaluasi stabilitas kapal dapat dilihat pada tabel 5.7. dibawah ini

Tabel 5.7 Pembebanan pada *Load case 2*

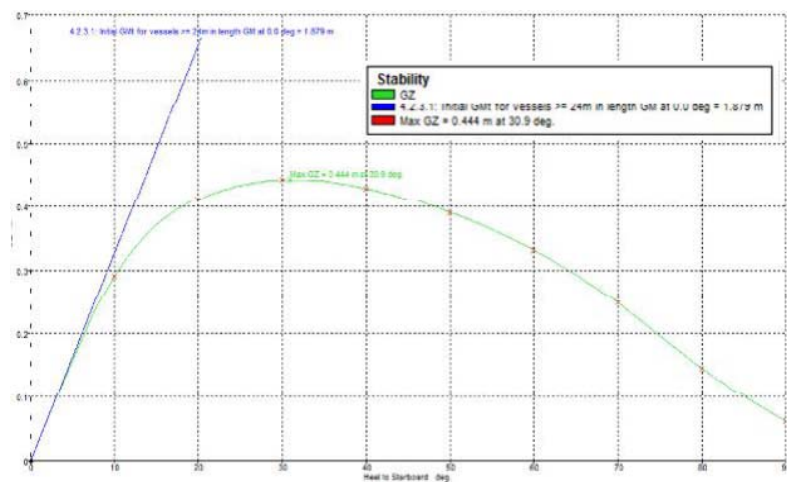
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	FSM Type
Lightship	1	1.160	1.160	-0.200	0.000	0.480	User Specified
Bangunan atas	1	0.150	0.150	-2.250	0.000	1.250	User Specified
Mesin	1	0.500	0.500	-2.750	0.000	0.250	User Specified
Bok ikan (50%)	1	0.240	0.240	-0.750	0.000	1.250	User Specified
Jangkar	1	0.040	0.040	4.000	0.000	0.480	User Specified
Jaring (50%)	1	0.400	0.400	1.500	0.000	0.400	User Specified

Total Loadcase			2.490	-0.548	0.000	0.542	
FS correction						0.000	
VCG fluid						0.542	

Tabel 5.8 Nilai stabilitas terhadap derajat kemiringan pada *load case 2*

Heel to Starboard deg	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
GZ m	0.00	0.29	0.41	0.44	0.43	0.39	0.33	0.24	0.14	0.06
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.00	1.54	5.19	9.52	13.93	18.05	21.68	24.60	26.57	27.60
Displacement t	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49

Hasil pada tabel 5.8 dan gambar kurva GZ pada gambar 5.5 menunjukkan bahwa harga panjang GZ terbesar terjadi pada derajat 30,9<sup>0</sup> dengan panjang GZ 0,444 m dan dengan luasan kurva di bawah GZ adalah 9,52 m.deg.



Gambar 5.5. Kurva GZ terhadap derajat kemiringan pada *load case 2*

Tabel 5.9 Harga GZ terhadap kriteria-kriteria IMO pada *load case 2*

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	9.5282	Pass	+202.36
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	13.9328	Pass	+170.19
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	4.4046	Pass	+156.25
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.444	Pass	+122.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	30.9	Pass	+23.64
4.2 Fishing vessel	4.2.3.1: Initial GMT for vessels >= 24m in length	0.350	m	1.879	Pass	+436.86

Dari tabel 5.9 yang merupakan tabel hasil nilai GZ berdasarkan kriteria-kriteria yang diberikan oleh IMO menunjukkan bahwa stabilitas kapal pompong berbahan plastik ini telah terpenuhi dengan nilai margin antara +23,64% sampai dengan +436,86%.

### 5.2.6.3. Load case 3

Pembebanan yang terjadi pada *load case 3* untuk evaluasi stabilitas kapal dapat dilihat pada tabel 5.10. dibawah ini

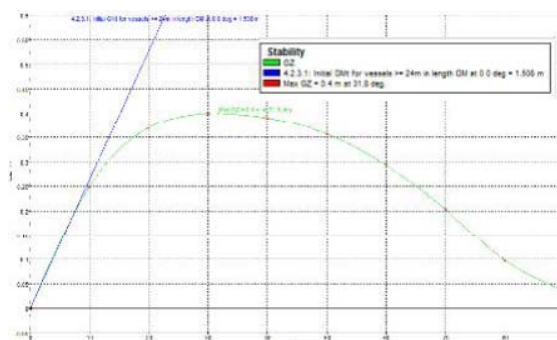
Tabel 5.10. Pembebanan pada *Load case 3*

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	FSM Type
Lightship	1	1.160	1.160	-0.200	0.000	0.480	User Specified
Bangunan atas	1	0.150	0.150	-2.250	0.000	1.250	User Specified
Mesin	1	0.500	0.500	-2.750	0.000	0.250	User Specified
Bok ikan (100%)	1	0.440	0.440	-0.750	0.000	1.250	User Specified
Jangkar	1	0.040	0.040	4.000	0.000	0.480	User Specified
Jaring (100%)	1	0.800	0.800	1.500	0.000	0.480	User Specified
Total Loadgroup			3.090	-0.296	0.000	0.590	
FS correction						0.000	
VCG fluid						0.590	

Tabel 5.11 Nilai stabilitas terhadap derajat kemiringan pada *load case 3*

Heel to Starboard deg	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
GZ m	0.000	0.249	0.370	0.400	0.390	0.357	0.292	0.203	0.098	0.036
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.000	1.317	4.520	8.417	12.38	16.14	19.41	21.91	23.40	24.04
Displacement t	3.090	3.090	3.090	3.090	3.090	3.090	3.090	3.090	3.089	3.090

Hasil pada tabel 5.11 dan gambar kurva GZ pada gambar 5.6 menunjukkan bahwa harga panjang GZ terbesar terjadi pada derajat 30,8<sup>0</sup> dengan panjang GZ 0,4 m dan dengan luasan kurva di bawah GZ adalah 8,41 m.deg.



Gambar 5.6. Kurva GZ terhadap derajat kemiringan pada *load case 3*

Tabel 5.12 Harga GZ terhadap kreteria-kreteria IMO pada *load case 3*

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	8.4172	Pass	+167.10
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	12.3878	Pass	+140.23
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	3.9705	Pass	+130.99
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.400	Pass	+100.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	31.8	Pass	+27.27
4.2 Fishing vessel	4.2.3.1: Initial GMt for vessels $\geq 24$ m in length	0.350	m	1.508	Pass	+330.86

Dari tabel 5.12 yang merupakan tabel hasil nilai GZ berdasarkan kreteria-kreteria yang diberikan oleh IMO menunjukkan bahawa stabilitas kapal pompong berbahan plastik ini telah terpenuhi dengan nilai margin antara +27,27% sampai dengan +330,86%.

### 5.2.7. Hambatan dan Kecepatan Kapal

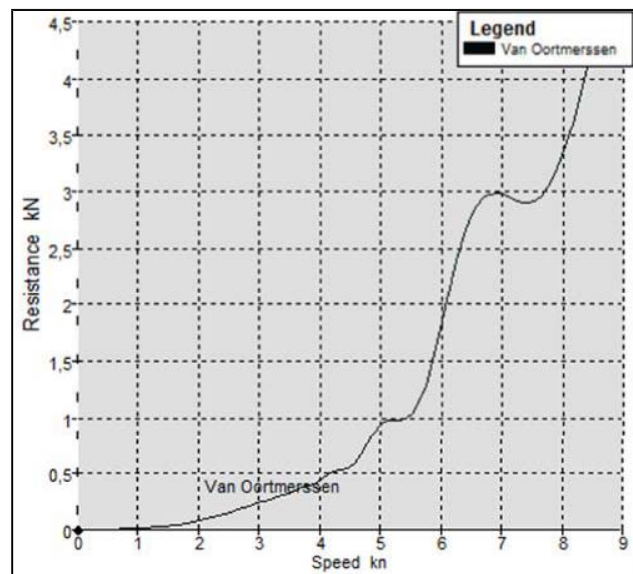
Pada tahap penentuan besarnya hambatan kapal (resistance), ada beberapa hal yang harus diketahui terlebih dahulu seperti metode perhitungan yang digunakan, kecepatan, dan sarat kapal. Untuk mengkalkulasi hasil hambatan kapal akan digunakan software *Maxsurf-Resistance*. Pada program *Maxsurf-Resistance* ini terdiri dari beberapa metode perhitungan hambatan, sehingga harus dipilih metode yang tepat untuk digunakan sebagai perhitungan hambatan kapal ikan dengan kategori *small ship*. Hambatan kapal akan dikalkulasi pada kecepatan 0 Knot s/d 9 Knot. Hal ini dilakukan karena untuk kapal pompong ini tidak diketahui persis berapa kecepatannya. Jadi, kalkulasi dilakukan pada beberapa kecepatan yaitu 0 Knot s/d 9 Knot.

Menghitung hambatan pada kapal nelayan 3GT digunakan metode *Van Oortmerssen*, karena metode ini sesuai digunakan untuk kapal-kapal kecil (*Maxsurf*, 2013). Untuk alasan yang lebih spesifik mengenai alasan memilih metode *Van Oortmerssen* adalah sebagai berikut:

- a.  $8 < L < 80$
- b.  $3 < L/B < 6,2$

- c.  $1,9 < B/T < 4,0$
- d.  $0,5 < C_p < 0,73$
- e.  $5 < V < 3000$
- f.  $0,70 < C_m < 0,97$

Berdasarkan metode hambatan yang digunakan tersebut maka tahanan kapal pompong setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan *Maxsurf-Resistance* didapatkan tahanan kapal pada kecepatan kapal 8 knot adalah 13,69 kN, *Efficiency* yang digunakan adalah 60% ini sesuai dengan efisiensi yang diberikan maxsurf sendiri yaitu antara 50%-70% (*Maxsurf*, 2013). Gambar 5.7 merupakan kurva Hambatan terhadap kecepatan kapal pompong untuk perairan Riau pesisir.



Gambar 5.7. Kurva Hambatan terhadap kecepatan kapal pompong HDPE

Tabel 5.13 Hambatan dan power kapal terhadap kecepatan

Speed (knot)	Van Ootmerssen Resistant (kN)	Van Ootmerssen Power (kW)
0,00	--	--
1,00	0,00	0,01
2,00	0,10	0,08
3,00	0,20	0,36

4,00	0,40	0,89
5,00	0,90	2,42
6,00	1,80	5,69
7,00	3,00	10,69
8,00	3,30	13,69
8,10	3,50	14,54
8,50	4,40	19,15
9,00	5,80	27,06

Berdasarkan desain yang dilakukan kapal pompong berbahan HDPE tersebut menggunakan mesin dengan daya 15 kW maka kecepatan kapal kapal tersebut adalah 8 knot. Penetapan tersebut didasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan software *maxsurf* tersebut. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.13. Pada tabel tersebut untuk kapal dengan kecepatan 8 knot memiliki tahanan sebesar 3,3 kN dan power yang dibutuhkan adalah 13,69 kW, dan ini terbukti bahwa power tersebut masih dibawah mesin yang digunakan dalam desain kapal pompong tersebut.

## BAB 6

### DESAIN DAN PERHITUNGAN KONTRUKSI KAPAL POMPONG BERBAHAN PLASTIK HDPE SESUAI DENGAN *RULE CLASS* KAPAL

Perhitungan kekuatan struktur kapal harus memiliki standar batas minimum yang biasanya terdapat pada *rule class* kapal atau peraturan lainnya tentang keselamatan kapal. Perhitungan kekuatan struktur dan desain struktur tidak dapat dipisahkan, karena pekerjaan tersebut harus dilakukan bersamaan. Desain bentuk struktur yang ideal harus sesuai dengan karakteristik bahan, dengan demikian model kapal mudah dibentuk dan mudah dalam melakukan perhitungan kekuatan strukturnya

Desain perencanaan bentuk kapal dilakukan berdasarkan kapal pembanding yang ada sebelumnya. Kapal pembanding tersebut terbuat dari material kayu. Untuk mendapatkan desain yang baru dilakukan perubahan bentuk badan kapal sebelumnya. Maksud dari perubahan lambung yaitu untuk mempermudah dalam pembuatan cetakan kapal plastik nantinya.

#### 6.1. Perhitungan Kekuatan Kontruksi

Pada penelitian ini *rule class* kapal yang digunakan yaitu Biro Klasifikasi Indonesia (BKI, 2013) dan *Det Norske Veritas* (DNV, 2010). Dalam melakukan perhitungan kekuatan struktur kapal terdapat beberapa langkah yang dilakukan, adapun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

##### 6.1.1. Ukuran Utama Kapal

Spesifikasi dan ukuran utama kapal sudah ditentukan sebelumnya. Data utama tersebut menentukan aturan *rule class* yang akan digunakan.

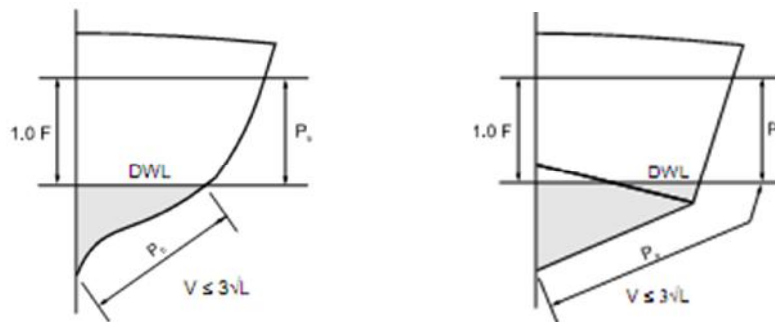
Tabel 6.1 Ukuran Utama Kapal Pompong Berbahan Plastic HDPE

Type	: Kapal Nelayan
Kapasitas	: 3 GT
LOA	: 10,2 meter
LWL	: 8,98 meter
Breadth	: 2,20 meter
Height	: 0,87 meter
Engine	: 1 x 15 kW
Jumlah ABK	: 3 orang

Sesuai data utama kapal pada tabel 6.1 terlihat bahwa kapal tersebut termasuk kapal kecil yaitu dibawah 24 m sehingga rule class kapal yang digunakan harus untuk perhitungan struktur kapal kecil dibawah 24 m.

### 6.1.2. Perhitungan Beban

Perhitungan beban untuk kapal kecil lebih kearah pada tekanan yang terjadi pada lambung kapal yaitu tekanan pada *shell bottom* dan tekanan pada *shell side* kapal. Tekanan shell bottom terletak di bawah garis air sedangkan tekanan shell side terletak di atas garis air, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6.1 di bawah ini.



Gambar 6.1 Ilustrasi Pembebanan pada badan kapal (BKI, 2013)

#### a. Tekanan pada *Shell Bottom*

Pada peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI, 2013) tentang kapal penumpang dibawah 24 m di tetapkan rumus dalam mencari tekanan pada *shell bottom* ( $P_{dBM}$ ) adalah:

$$P_{dBM} = 2,7 L + 3,29 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } \geq 0,4 L : \text{Fore} \quad (6.1)$$

$$P_{dBM} = 2,16 L + 2,63 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } < 0,4 L : \text{aft} \quad (6.2)$$

Dimana:

$$L = (LWL + LOA) / 2 \quad [\text{m}] \quad (6.3)$$

$$L = 9,59 \quad [\text{m}]$$

Sehingga didapatkan harga tekanan shell bottom pada kapal pompong tersebut sebesar:

$$P_{dBM} = (2,7 \times 10,2) + 3,29 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } \geq 0,4 L : \text{Fore}$$

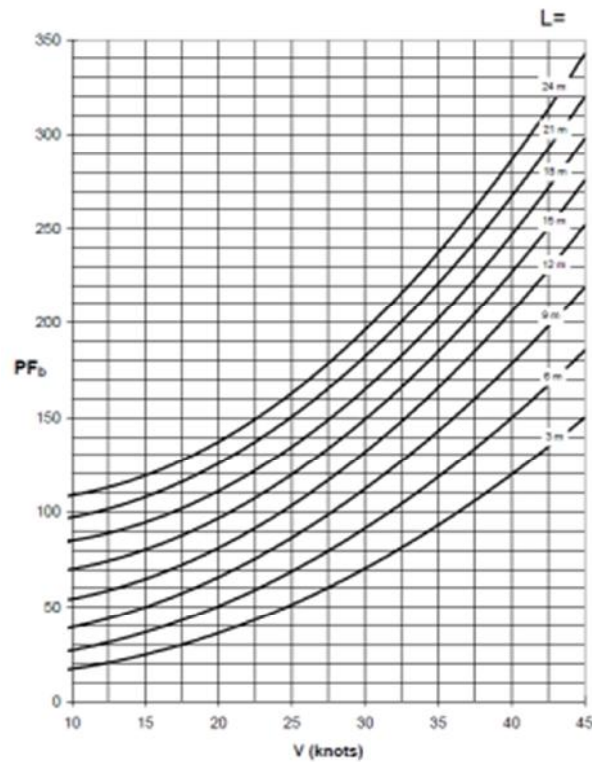
$$P_{dBM} = 30,83 = 31 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } \geq 0,4 L : \text{Fore}$$

$$P_{dBM} = (2,16 \times 10,2) + 2,63 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } < 0,4 L : \text{aft}$$

$$P_{dBM} = 24,66 = 25 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } < 0,4 L : \text{aft}$$



Dalam peraturan *Det Norske Veritas* (DNV, 2010) tentang aturan sementara pada *Polyethylene Crafts* ditetapkan *pressure factor for bottom* ( $PF_b$ ) sebagai besaran tekanan yang terjadi pada *shell bottom*. Untuk menentukan besarnya tekanan yang terjadi dapat dilihat menggunakan grafik pada gambar 6.2 berikut ini:



Gambar 6.2. Grafik *pressure factor for bottom* ( $PF_b$ )  
(Sumber: DNV, 2010)

Dari grafik diatas bisa didapatkan tekanan yang terjadi pada lambung kapal dengan cara interpolasi. Adapun tekanan *pressure factor for bottom* ( $PF_b$ ) yang di dapat adalah sebesar 45 [ $\text{kN/m}^2$ ] dengan asumsi kecepatan kapal mencapai 10 *knots*.

Berdasarkan 2 perbedaan beban pada bottom tersebut diambil nilai terbesar sebagai konsekuensi kekuatan kapal yang lebih maksimal. Seperti di ketahui bahwa nilai terbesar di miliki oleh formula yang diberikan oleh DNV sehingga nilai pembebanan pada bottom atau *pressure factor for bottom* ( $PF_b$ ) ditetapkan sebesar 45 [ $\text{kN/m}^2$ ].

### b. Tekanan pada Shell Side

Pada peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI, 2013) tekanan pada *shell side* ( $P_{dSM}$ ) yaitu:

$$P_{dSM} = 1,88 L + 1,76 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } \geq 0,4 L : \text{Fore} \quad (6.4)$$

$$P_{dSM} = 1,5 L + 1,41 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } < 0,4 L : \text{aft} \quad (6.5)$$

Sehingga tekanan shell side pada kapal pompong yang dirancang sebesar:

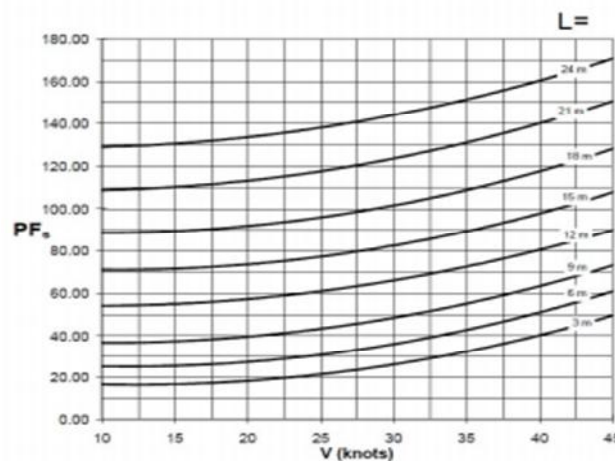
$$P_{dSM} = (1,88 \times 10,2) + 1,76 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } \geq 0,4 L : \text{Fore}$$

$$P_{dSM} = 20,93 = 21 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } \geq 0,4 L : \text{Fore}$$

$$P_{dSM} = (1,5 \times 10,2) + 1,41 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } < 0,4 L : \text{aft}$$

$$P_{dSM} = 16,71 = 17 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } < 0,4 L : \text{aft}$$

Dalam peraturan *Det Norske Veritas* (DNV, 2010) juga ditetapkan *pressure factor for side* ( $PF_s$ ) sesuai dengan gambar 6.3 Grafik *pressure factor for side* ( $PF_s$ ) di bawah ini:



Gambar 6.3. Grafik *pressure factor for side* ( $PF_s$ )

(Sumber: DNV, 2010)

Dari grafik diatas bisa didapatkan tekanan yang terjadi pada lambung kapal dengan cara interpolasi. Adapun tekanan *pressure factor for side* ( $PF_s$ ) yang di dapat adalah sebesar 40  $[\text{kN/m}^2]$  dengan asumsi kecepatan kapal mencapai 10 *knots*.

Untuk kasus beban sisi ternyata rule DNV memiliki hasil yang lebih maksimal sehingga nilai yang diambil adalah nilai sesuai dengan formula tersebut, adapun beban sisi atau *pressure factor for side* ( $PF_s$ ) yang didapatkan adalah 40  $[\text{kN/m}^2]$

### 6.1.3. Penetapan Jarak gading (a)

Jarak gading tidak memiliki aturan yang baku batas maksimum dan batas minimumnya tetapi aturan BKI (2013) merekomendasikan dengan rumus:

$$a = (350 + L) \text{ [mm]} \quad (6.6)$$

Pada kapal ini jarak gading yang di rancang adalah 500 mm

### 6.1.4. Tebal *Shell Bottom* ( $t_y$ )

Tebal *shell bottom* pada konstruksi kapal berbahan dasar plastic HDPE tidak diatur di dalam BKI akan tetapi terdapat pada *rule class DNV*. Perhitungan kontruksi dalam DNV class tersebut memiliki formula sebagai berikut:

$$T_y = k.s \frac{n}{7} (14 + 3,6 L) \text{ [mm]} \quad (6.7)$$

Dimana:

$k = 0.72$  for HDPE

$s = \text{stiffener spacing [m]}$

jika jarak gading di gunakan sebagai jarak *stiffener* dengan jarak 500 mm atau 0,5 m maka tebal *shell bottom* ( $t_y$ ) yang didapatkan adalah 15 mm

### 6.1.5. Tebal *Shell Side* ( $t_y$ )

Tebal *shell side* memiliki rumus yang sama dengan rumus mencari tebal *shell bottom*, namun pembebanan yang terjadi berbeda sehingga hasil yang didapatkan dapat berbeda. Namun pada kapal pompong ini di desain tebalnya sama dengan tebal *shell bottom* yaitu 15 mm

### 6.1.6. Tebal *Inner Bottom* ( $t_i$ )

Tebal inner bottom yaitu 80% dari tebal pelat shell bottom, berikut ini formula yang diberikan oleh DNV Class (DNV, 2010):

$$t_i = 0,8 t_y \text{ [mm]} \quad (6.8)$$

Sehingga tebal inner bottom yang didapatkan adalah:

$$t_i = 12 \text{ [mm]}$$

Namun dalam desain ini tebal inner bottom yang di rancang adalah 15 [mm]

#### 6.1.7. Tebal Sekat

Tebal sekat tidak diatur dalam *DNV* (2010), dalam desain ini tebal sekat di desain sama dengan tebal *shell bottom* yaitu 15 [mm]

#### 6.1.8. Ukuran Gading

Tebal gading pada *DNV* (2010) diatur sama dengan tebal *shell bottom* namun lebar dari gadingnya tidak dijelaskan sehingga dalam perencanaan kapal ini ukuran gading yang di gunakan adalah 15 [mm] x 50 [mm]

#### 6.1.9. Ukuran Beam

Ukuran beam sama dengan ukuran gading yaitu 15 [mm] x 50 [mm]

#### 6.1.10. Ukuran Girder

Pada kapal ini ukuran deck girder dan bottom girder didesain sama ukurannya dengan ukuran gading yaitu 15 [mm] x 50 [mm]

#### 6.1.11. Hasil Perhitungan Konstruksi

Dari perhitungan diatas dapat di simpulkan kedalam satu tabel ukuran konstruksi kapal pompong berbahan plastic tersebut, adapun tabel hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 6.2 berikut ini:

Tabel 6.2. Hasil Perhitungan Konstruksi Kapal

No	Keterangan	Posisi / letak	Hasil	Rule Class
1	Perhitungan Beban			
	- <i>Shell Bottom</i> ( $P_{dBm}$ )	$\geq 0,4 L : Fore$	31 [kN/m <sup>2</sup> ]	BKI, 2013
	- <i>Shell Side</i> ( $P_{dBm}$ )	$< 0,4 L : aft$	25 [kN/m <sup>2</sup> ]	BKI, 2013
	- <i>pressure factor for bottom</i> (PF)	<i>bottom</i>	45 [kN/m <sup>2</sup> ]	DNV, 2010
	- <i>pressure factor for bottom</i> (PF)	<i>Side shell</i>	40 [kN/m <sup>2</sup> ]	DNV, 2010
2	Perhitungan Kontruksi			
	- <i>frame spacing</i>	<i>all</i>	500 [mm]	BKI, 2013
	- Tebal <i>shell bottom</i> ( $t_y$ )	<i>bottom</i>	15 [mm]	DNV, 2010
	- Tebal <i>shell side</i> ( $t_y$ )	<i>side</i>	15 [mm]	DNV, 2010
	- Tebal <i>inner bottom</i> ( $t_i$ )	<i>all</i>	15 [mm]	DNV, 2010

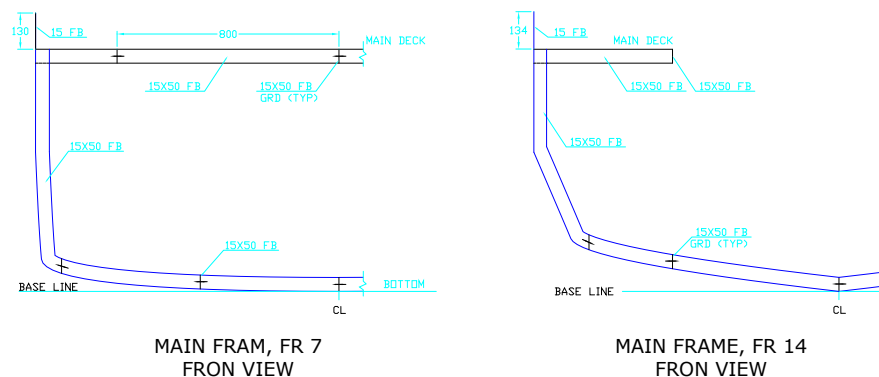
	- Tebal <i>deck plate</i>	<i>all</i>	15 [mm]	DNV, 2010
	- Tebal <i>sekat</i>	<i>all</i>	15 [mm]	DNV, 2010
	- Tebal <i>Girder</i>	<i>all</i>	15x50 [mm]	DNV, 2010
	- Tebal <i>frame</i>	<i>all</i>	15x50 [mm]	DNV, 2010
	- Tebal <i>Beam</i>	<i>all</i>	15x50 [mm]	DNV, 2010

## 6.2. Desain Konstruksi

Desain konstruksi harus berdasarkan perhitungan yang di atur di dalam *rule class*. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya maka berikut ini akan di tampilkan gambar-gambar desain konstruksi kapal yang akan dianalisa. Gambar konstruksi meliputi gambar konstruksi melintang dan gambar konstruksi memanjang

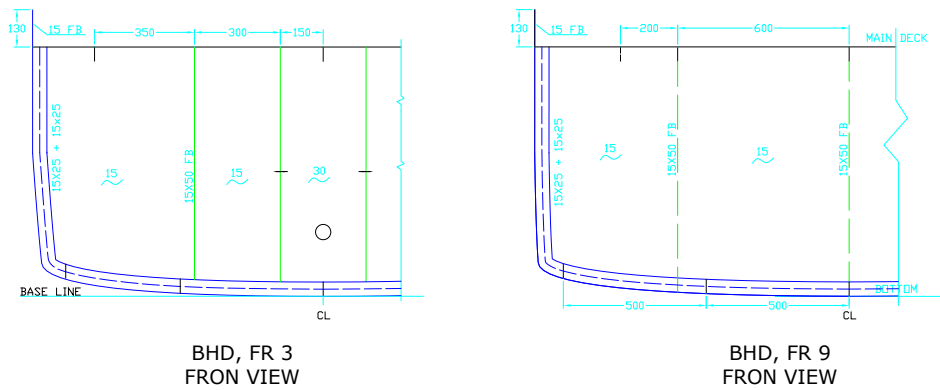
### 6.2.1. Konstruksi Melintang

Gambar konstruksi melintang di bedakan atas 2 model yaitu model gading utama dan model sekat. Untuk model setiap gading utama memiliki ukuran sama begitu juga untuk model konstruksi sekatnya memiliki bentuk yang sama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6.4 yaitu gambar konstruksi melintang gading utama kapal dan gambar 6.5 yaitu gambar konstruksi melintang untuk sekat.



Gambar 6.4. Kontruksi melintang gading utama

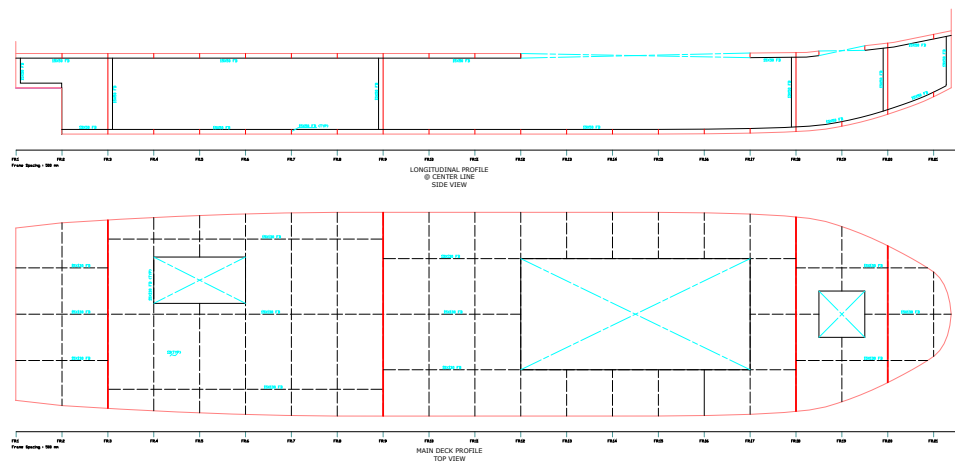
Deck beam yang terlihat pada gambar 6.4 dan gambar 6.5 memiliki ukuran yang sama dengan gading kapal yaitu 15 [mm] x 50 [mm].



Gambar 6.5. Kontruksi melintang sekat

### 6.2.2. Konstruksi Memanjang

Gambar 6.6 merupakan model kontruksi kapal plastic HDPE yang akan di analisa kekuatannya. Desain tersebut dibuat berdasarkan perhitungan rule class sebelumnya. Untuk melihat lebih jelas gambar tersebut dapat dilihat pada lampiran 3.



Gambar 6.6. Kontruksi memanjang [@ center line & @ main deck]

## BAB 7

### UJI KEKUATAN BAHAN PLASTIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE*

#### 7.1. Umum

Dalam perancangan struktur kapal pompong menggunakan material plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) harus diupayakan menggunakan bahan seminimal mungkin, karena setiap kelebihan berat yang tidak perlu akan berakibat berkurangnya daya angkut kapal tersebut dan juga memperbesar biaya produksi kapal. Agar tuntutan terhadap efisiensi bahan serta memaksimalkan hasil yang ingin dicapai. Untuk mewujudkan tujuan tersebut maka dilakukan pengujian terhadap sifat bahan. Terdapat 3 jenis pengujian yang biasanya dilakukan terhadap material dasar pembuatan kapal yaitu: Uji tarik, Uji bending dan Uji impact. Namun demikian pada penelitian ini hanya dilakukan pengujian tarik saja.

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat bahan terhadap kekuatan patahan bahan yang dapat diaplikasikan terhadap kekuatan struktur kapal baik secara memanjang maupun secara melintang. Sesuai dengan DNV (DNV, 2010) bahwa untuk *rule class for craft* memiliki standar kekuatan bahan yang harus dipenuhi diantaranya yaitu *Tensile yield stress*, *Ultimate tensile stress* dan lain-lain. Umumnya benda uji yang digunakan adalah padat dan silindris, beberapa ada yang berbentuk lembaran plat maupun berbentuk seperti pipa dalam berbagai ukuran. Specimen kemudian dicekam diantara kedua penjepit pada mesin uji tarik dimana mesin ini dilengkapi dengan berbagai control sehingga specimen dapat diuji pada laju peregangannya dan temperatur yang berbeda.

Beban yang bekerja pada specimen serta perubahan panjang yang terjadi akibat beban itu semua dicatat pada suatu diagram. Dimana diagram tersebut dinamakan diagram tegangan regangan. Dengan menggunakan diagram kita bisa meneliti apa yang terjadi apabila batang uji tersebut diregangkan secara berangsur-angsur dari uji tarik suatu material.

#### 7.2. Tujuan Pengujian

Dalam pengujian ini mempunyai beberapa tujuan antara lain:

- a. Mengetahui sifat Plastik dengan uji tarik.

- b. Mengetahui tegangan luluh, ultimate tensile.
- c. Mengetahui kekuatan tarik bahan.

### **7.3. Tempat pengujian**

Tempat pengujian pada penelitian ini dilakukan di dua tempat yang berbeda, yaitu:

- a. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.  
Di ITS Surabaya yaitu tepatnya pada Laboratorium konstruksi dan kekuatan kapal, Jurusan teknik perkapalan, Fakultas teknologi kelautan.
- b. Politeknik Negeri Bengkalis.  
Di Politeknik negeri bengkalis yaitu tepatnya pada laboratorium pengujian bahan, prodi teknik mesin.

### **7.4. Metode Pengujian**

Metode pengujian tarik material plasti *High Density Polyethylene* (HDPE) menggunakan standart ASTM D638, untuk lebih jelasnya pada point di bawah ini akan di bahas satu persatu, yaitu:

#### **7.4.1. Mempersiapkan Alat dan Bahan**

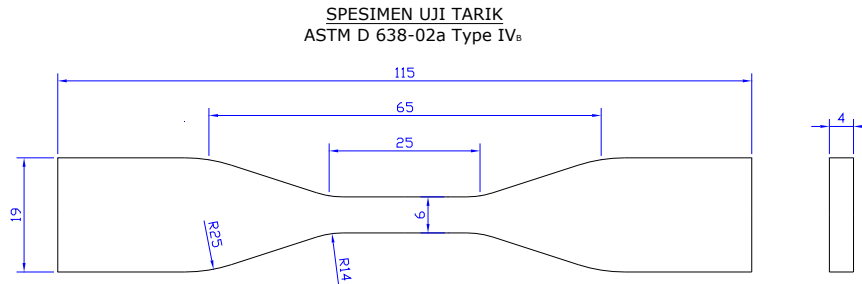
Sebelum melakukan pengujian terdapat beberapa alat dan bahan yang harus di persiapkan antara lain adalah:

- 1. Spesimen
- 2. Universal Testing Machine beserta kelengkapannya.
- 3. Jangka sorong.
- 4. Mistar, palu.
- 5. Modul, lembar kerja dan alat tulis (dapat dilihat pada lampiran 3A).

Material specimen yang digunakan pada penelitian ini yaitu plastic *High Density Polyethylene* (HDPE) 3840 RU. Material didapatkan dari perusahaan CV. Pionir Mandiri Jaya yang beralamat di Jl. Palem watu No.89 DS, kec. Menganti, kab. Gresik. Pembuatan material dengan cara memanaskan serbuk plastic HDPE tersebut didalam sebuah cetakan yang di putar dengan temperature 230<sup>0</sup>C selama  $\pm$  30 menit.



Sesuai dengan standar ASTM pengujian terhadap plastic HDPE dapat di gunakan standar ASTM D638. Pada penelitian ini menggunakan specimen tipe ASTM D638-02a type IV<sup>B</sup>. adapun ukuran dari specimen berdasarkan tipe tersebut dapat dilihat pada gambar 7.1 dibawah ini.

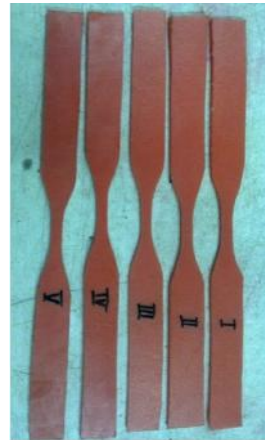


Gambar 7.1. Ukuran Spesimen uji tarik plastik sesuai standar ASTM D638-02a Type IV<sup>B</sup> (ASTM international, 2003)

Oleh karena material yang didapatkan dari perusahaan berupa lembaran plastik dan belum terbentuk seperti specimen yang diinginkan, sehingga perlu dilakukan pembuatan specimen sesuai dengan standar yang diberikan. Pada penilitian ini specimen dibuat tanpa menggunakan cetakan sehingga specimen dibuat dengan manual, pembuatan harus dibuat secara hati-hati dengan mencocokkan pada gambar specimen. Alat yang digunakan yaitu: gergaji, mesin gerinda, jangka sorong dan kikir.



(a)



(b)

Gambar 7.2 proses pembuatan specimen Uji tarik plastic HDPE

(a) Pemotongan specimen sesuai dengan pola

(b) Spesimen yang telah jadi sesuai dengan standar

Gambar 7.2.(a) merupakan gambar plastic HDPE berupa lembaran yang akan di potong sesuai dengan pola ukuran standar specimen. Pengukuran specimen agar sesuai dengan standart digunakan jangka sorong sehingga mendapatkan specimen yang sesuai dengan standar. Untuk melihat hasil specimen yang telah di buat secara manual tersebut dapat dilihat pada gambar 7.2.(b) diatas, sedangkan specimen yang dihasilkan dengan pengukuran final sebelum dilakukan pengujian dapat dilihat pada tabel 7.1 dibawah ini.

Tabel 7.1. Spesifikasi Specimen Material Plastik HDPE

No.	Specimen code	Width [mm]	Thick [mm]	CSA [mm <sup>2</sup> ]	$l_o$ [mm]
1	I	6,08	4,03	24,50	25
2	II	6,13	4,05	24,83	25
3	III	6,05	4,10	24,80	25
4	IV	6,07	4,16	25,25	25
5	V	6,22	4,17	25,94	25

Berdasarkan standar ASTM D638-02a bahwa toleransi terhadap lebar dan tebal specimen adalah 0,5 mm. Hal ini membuktikan bahwa specimen yang akan di uji pada tabel 7.1 diatas masih memenuhi standar secara keseluruhan. Adapun nilai selisih antara standar dengan material uji paling besar terlihat pada lebar specimen V yaitu 0,22 mm dan ini lebih kecil dari batas maximum standar yaitu 0,5 mm.

#### 7.4.2. Langkah-langkah Pengujian

Sedangkan langkah kerja dalam pengujian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan dan memeriksa specimen dengan mencatat ukuran spesimen (panjang, panjang ukur, lebar, dan tebal mula-mula) serta jenis bahannya.
2. Memeriksa keadaan mesin serta peralatan yang digunakan.
3. Memutar switch utama pada posisi “1”, switch terletak pada bagian belakang mesin dalam switch gear cabinet.
4. Menghidupkan mesin dengan menekan tombol “ON”.
5. Mengatur posisi katup pada kedudukan closed.

6. Memutar kran pengatur pada posisi menutup (putar ke kanan agak kencang) atau pada posisi “1”.
7. Aturlah kedudukan kopling atau lever dalam keadaan netral (nol) dengan cara memutar micro controller.
8. Menentukan piringan beban/load sesuai dengan bahan benda kerja yang akan diuji atau aturlah kecepatan tarik yaitu 2 in/min.
9. Menjepit ujung benda kerja bagian atas pada grip chuck. Mengatur skala perpanjangan pada posisi nol (dengan kopling lever). Jepit ujung benda kerja bagian bawah (tentukan ukuran panjangnya) dengan cara mengatur kedudukan chuck bagian bawah. Setel jarum indikator pada posisi nol (dengan catatan tidak ada beban).



(a)



(b)

Gambar 7.3 Proses penjepitan specimen dalam Uji tarik plastic HDPE

(a) Mesin Uji Tarik di ITS Surabaya

(b) Mesin Uji Tarik di Politeknik Bengkalis

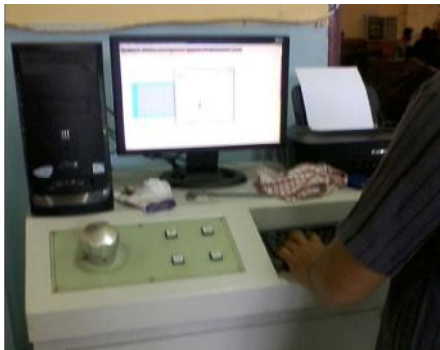
10. Memulai pengujian dengan perlahan-lahan sambil memutar micro controller ke kanan (dapat dilihat pada skala dial).
11. Membaca dan mencatat pertambahan gaya pada skala indikator untuk setiap pertambahan panjang 2 mm.
12. Setelah benda kerja patah, mengukur panjang ukur benda kerja setelah patah, tebal dan lebar pada patahan.

13. Menyusun tabel pengujian dan menggambar grafik hubungan tegangan dan regangan.

Pengujian tarik specimen material plastic harus dilakukan dengan cermat sehingga mendapatkan hasil yang maksimal. Gambar 7.3 diatas merupakan gambar proses pengujian tarik yang dilakukan di laboratorium konstruksi dan kekuatan kapal di institute teknologi sepuluh nopember Surabaya dan di laboratorium uji bahan politeknik negeri Bengkalis.

### 7.5. Hasil Pengujian

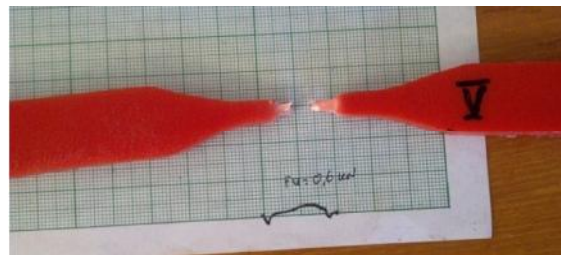
Pada pengujian tarik material plastic HDPE dilakukan sesuai dengan langkah kerja yang diceritakan dalam poin sebelumnya. Data pengujian dicatat kedalam sebuah tabel kerja seperti tertera pada tabel 7.1 di bawah. Sedangkan gambar specimen yang telah di uji tarik dapat dilihat pada gambar 7.4 di bawah ini.



(a)



(b)



(c)

Gambar 7.4 Hasil Uji tarik plastic HDPE

(a) Monitor mesin uji tarik (POLBENG)

(b) Hasil uji tarik specimen 1,2,3 & 4 (POLBENG)

(c) Hasil uji tarik specimen 5 (ITS)

Patahan hasil uji tarik sesuai dengan gambar 7.4 diatas terlihat secara kasat mata mengalami pengecutan permukaan dan pada patahan berbentuk serabut serta mengalami pertambahan panjang. Dari ciri-ciri tersebut dapat disimpulkan bahwa material plastic HDPE termasuk material yang elastis. Sedangkan sifat bahan plastic HDPE secara pengujian dapat dicari dengan menggunakan perhitungan. Berikut ini akan dibahas secara detail hasil perhitungan dari hasil pengujian yang dilakukan:

#### 7.5.1. Tegangan Tarik Plastik HDPE

Tegangan tarik atau *stress* pada benda didefinisikan sebagai gaya persatuan luas penampang benda tersebut. Tegangan diberi simbol  $\sigma$  (dibaca sigma). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{Tegangan } (\sigma) = \frac{F}{A} \quad [\text{N/mm}^2 \text{ atau sama dengan MPa}] \quad (7.1)$$

Keterangan:

F = besar gaya tekan/tarik (N)

A = luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

$\sigma$  = tegangan ( $\text{N/mm}^2$ )

Pada pengujian ini ada 2 jenis tegangan tarik yang ingin dicari yaitu *Ultimate stress* dan *Yield stress*. Ultimate stress merupakan puncak tegangan bahan sedangkan Yield stress atau titik luluh adalah tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah kecil deformasi plastis yang ditetapkan, nilai kekuatan luluh merupakan titik awal sebuah material bahan mulai terdeformasi secara plastis. Adapun formula dan contoh perhitungan dalam penelitian ini dijabarkan pada pembahasan dibawah ini:

$$\text{Ultimate stress } (\sigma_u) = \frac{F_{\text{maks}}}{A_0} \quad [\text{MPa}] \quad (7.2)$$

$$\text{Yield stress } (\sigma_y) = \frac{F_{\text{titik luluh}}}{A_0} \quad [\text{MPa}] \quad (7.3)$$

Contoh perhitungan untuk mencari tegangan pada specimen I dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini. Untuk lebih memahami perhitungan dapat dilihat pada lampiran hasil pengujian uji tarik.

$$\text{Ultimate stress I } (\sigma_{u.1}) = \frac{F_{\text{titik luluh}}}{A_0} = \frac{3001}{10} = 30,01 \text{ [MPa]}$$

$$\text{Yield stress I } (\sigma_{y,1}) = \frac{F_{y,1}}{A_0} = \frac{548,13}{24,50} = 22,37 \text{ [MPa]}$$

Berdasarkan perhitungan dari ke 5 spesimen tersebut dilakukan penjumlahan dan dibagi dengan jumlah specimennya sehingga mendapatkan rata-rata *Ultimate stress* dan *Yield stress* material plastic HDPE. Hasil rata-rata tersebut dijadikan ketetapan besarnya tegangan untuk material plastic HDPE. Adapun besarnya *Ultimate stress* plastic HDPE pada pengujian ini adalah 24,82 MPa sedangkan besarnya *Yield stress* plastic HDPE pada pengujian ini adalah 17,03 MPa.

### 7.5.2. Regangan Tarik Plastik HDPE

Regangan atau *Elongation* didefinisikan sebagai perbandingan antara penambahan panjang benda ( $\Delta L$ ) terhadap panjang mula-mula ( $L_0$ ). Regangan dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Regangan } (\epsilon) = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{17,03}{22,37} \times 100\% \quad [\%] \quad (7.4)$$

Keterangan:

$\epsilon$  = regangan strain (tanpa satuan)

$\Delta L$  = pertambahan panjang (mm)

$L_0$  = panjang mula-mula (mm)

Contoh perhitungan untuk mencari regangan pada specimen I dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini. Untuk lebih memahami perhitungan dapat dilihat pada lampiran hasil pengujian uji tarik.

$$\text{Regangan specimen V } (\epsilon_1) = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{16,5}{22,37} \times 100\% = 74 \quad [\%]$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, regangan rata-rata pada plastic HDPE yaitu sebesar 54,96 %

### 7.5.3. Penciutan Permukaan

Penciutan permukaan atau *Reduction of area* (RA) didefinisikan sebagai perbandingan antara penciutan luas permukaan benda ( $\Delta A$ ) terhadap luas mula-mula ( $A_0$ ). Penciutan permukaan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Reduction of area (RA)} = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\% \quad [\%] \quad (7.5.)$$

Keterangan:

RA = *Reduction of area* (tanpa satuan)

$\Delta A$  = Perubahan luasan ( $\text{mm}^2$ )

$A_0$  = Luasan mula-mula ( $\text{mm}^2$ )

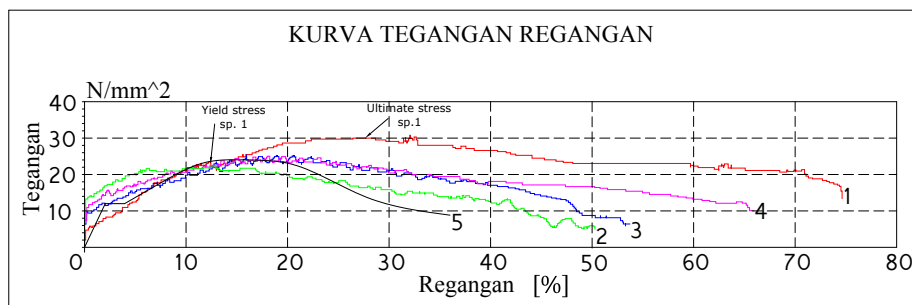
Contoh perhitungan untuk mencari *Reduction of area* pada specimen I dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini. Untuk lebih memahami perhitungan dapat dilihat pada lampiran hasil pengujian uji tarik.

$$\text{Reduction of area (RA}_1\text{)} = \frac{g_u}{u_1 - u_{11}} = \frac{u_1 - u_{11}}{u_1 - u_{11}} = 87,27 \text{ [\%]}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, *Reduction of area* rata-rata pada plastic HDPE yaitu sebesar 84,99 %

#### 7.5.4. Kurva Tegangan Regangan Uji Tarik Plastik HDPE

Kurva tegangan regangan pada sejatinya adalah memperlihatkan kekuatan tegangan dengan regangan suatu bahan. Kurva tersebut berasal dari kurva yang didapatkan dari pertambahan gaya per luasan penampang bahan dengan besarnya pertambahan panjang akibat gaya tarik tersebut. pada gambar 7.5 dibawah ini merupakan kurva tegangan regangan yang terjadi pada pengujian tarik plastic HDPE.



Gambar 7.5 Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Uji Tarik

Hasil uji tarik pada pengujian plastic HDPE secara lengkap dapat dilihat pada tabel 7.1 di bawah. Pada tabel tersebut terlihat terdapat perbedaan antara kekuatan bahan pada setiap specimen. Kekuatan terbesar yaitu pada specimen 1 dengan ultimate tensile strength sebesar 30,01 MPa dan kekuatan terkecil yaitu pada specimen 2 dengan ultimate tensile strength sebesar 22,05 MPa.

Tabel 7.2. Hasil Uji tarik material plastik HDPE Type 3840 RU

Spc. Code	Max. Load (N)	Yield point (N)	$\Delta l$ (mm)	Yield Strength (N/mm <sup>2</sup> )	Tensile Strength (N/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Reduct. of Area (%)
I	735,45	548,13	18,4	22.37	30,01	74.00	87.27
II	547,38	459,16	12,4	18.49	22,05	49.20	84.90
III	611,01	398.55	12,8	16.07	24,63	50.80	85.33
IV	613,71	431.53	16,2	17.09	24,30	64.80	85.15
V	600,00	300,00	9,00	11.57	23,13	36.00	82.30
<b>Rata-rata</b>				<b>17,12</b>	<b>24,82</b>	<b>54,96</b>	<b>84.07</b>

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan seperti terlihat pada tabel 7.2 dan gambar 7.5 kurva tegangan regangan tersebut dapat diambil suatu ketetapan bahwa besarnya yield strength plastic HDPE adalah sebesar 17,12 MPa, Tensile strength 24,82 MPa, Regangan 54,96 % dan penyusutan permukaan sebesar 84,07 %. Regangan dan penyusutan plastic HDPE ternyata memperlihatkan harga yang besar sehingga dapat diambil suatu kesimpulan bahwa ternyata material plastic tersebut termasuk material yang elastis.

#### 7.6. Kekuatan Plastik HDPE Sesuai Standar *Rule Class*

Sesuai dengan *Det Norske Veritas* (DNV, 2010) bahwa kekuatan material plastic HDPE ini adalah memiliki kekuatan Yield Stress sebesar 17 MPa dan ultimate stress 24 MPa.

#### 7.7. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dan data pembandingan yang di peroleh dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Kekuatan material plastic HDPE yang diuji sesuai standar ASTM D638-02a memiliki kekuatan Yield strength sebesar 17,12 MPa dan ultimate strength 24,82 MPa
2. Dibandingkan dengan standar yang diberikan oleh rule DNV yaitu *Yield strength* sebesar 17 MPa dan *ultimate strength* 24 MPa ternyata pengujian yang dilakukan hampir sama dengan standar dan hasilnya dapat memenuhi standar tersebut.



## BAB 8

### ANALISA KEKUATAN STRUKTUR KAPAL POMPONG BERBAHAN PLASTIK HDPE

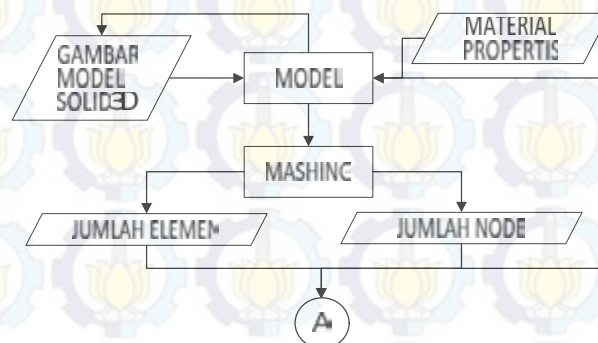
#### 8.1. Pendahuluan

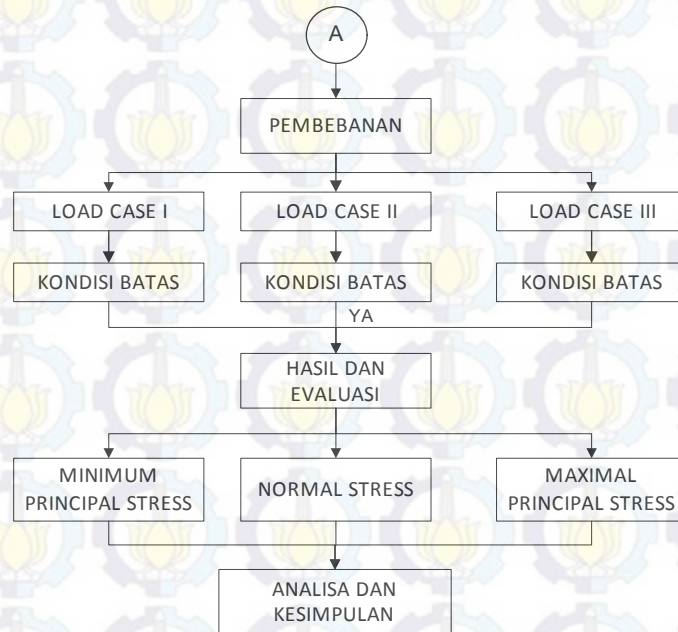
Analisa struktur kapal pompong berbahan plastik HDPE pada penelitian ini menggunakan *finite element method* (FEM) atau metode elemen hingga, tujuannya yaitu: memungkinkan untuk mendapatkan penyebaran tegangan pada struktur kapal yang akan dianalisa. Analisa FEM pada penelitian ini yaitu menggunakan analisa *static structural* dengan *Software Ansys Workbench 12.0*. Sebuah model dirancang dan dianalisa dengan menggunakan *software* pada keseluruhan lambung kapal. Sedangkan kekuatan rumah geladak pada penelitian ini diabaikan.

Untuk diketahui bahwa material dasar pembuatan kapal adalah murni plastik HDPE tanpa kombinasi dengan struktur material lainnya. Sehingga penentuan material dan propertis bahan diatur terlebih dahulu pada program Ansys tersebut. propertis bahan disesuaikan dengan spesifikasi bahan yang telah ada atau sesuai dengan pengujian.

#### 8.2. Metodologi

Untuk menganalisa kekuatan struktur kapal menggunakan FEM sebaiknya desain model dibuat terlebih dahulu, selanjutnya dari permodelan tersebut dilakukan asumsi penyebaran *load factor* dan terakhir yaitu proses *running* program untuk mendapatkan hasil kekuatan struktur kapal tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 8.1 dan pembahasan secara lengkap di bawah ini:

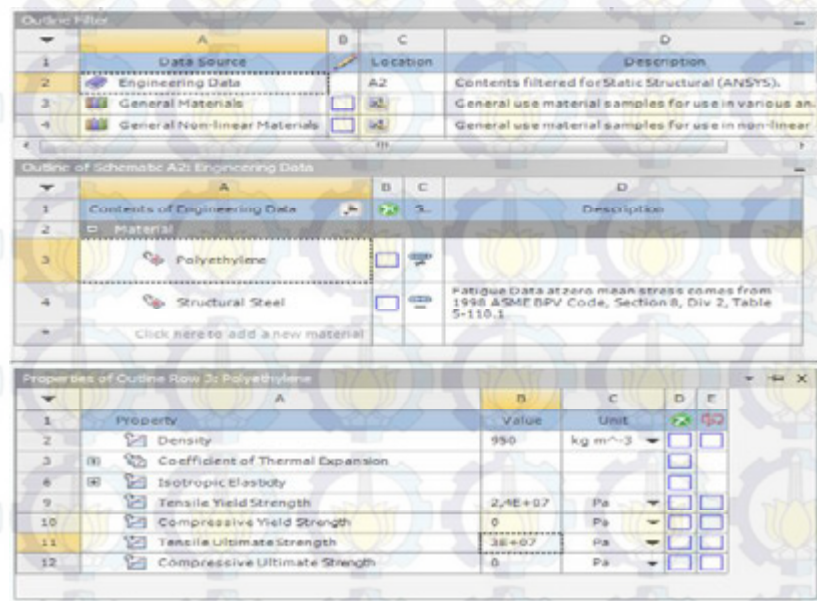




Gambar 8.1 *Flow chat* Metodologi Permodelan

### 8.2.1. *Material Properties*

Seluruh kontruksi kapal pompong menggunakan material plastic HDPE, sehingga sebagai penetapan kedalam engineering data dalam software *ANSYS* maka material propertis untuk bahan palstik HDPE harus dimasukkan.



Gambar 8.2 Proses input material properties pada *ANSYS 12.0*



Gambar 8.2 merupakan gambar tata cara memasukkan data ke dalam software. Adapun material propertis palstik HDPE yang dimasukkan sesuai dengan DNV (DNV, 2010) tersebut adalah sebagai berikut:

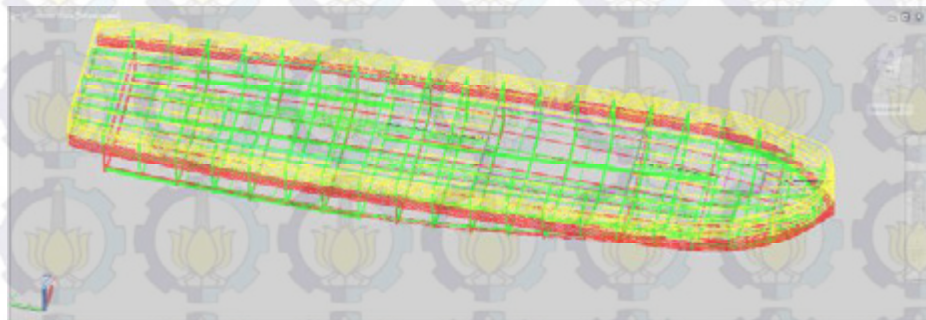
- *Density* = 950 [kg/m<sup>3</sup>]
- *Tensile Yield Strength* = 17 [MPa]
- *Tensile Ultimate Strength* = 24 [MPa]

### 8.2.2. Model

Desain model merupakan pekerjaan pertama yang harus dilakukan dalam analisa kekuatan struktur. Terdapat dua proses desain model dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

#### 8.2.2.1. Gambar Solid 3D

Model kapal dibuat dengan menggunakan *software AutoCAD 2014* dengan bentuk solid 3D yang dapat dilihat pada gambar 8.3 dibawah. Model digambarkan dalam bentuk nyata dengan skala 1:1 sesuai dengan ukuran kontruksi yang telah dihitung sebelumnya dengan menggunakan *Rule class* kapal. Hasil gambar 3D tersebut di *export* kedalam bentuk format *ACIS*, tujuan dari format *ACIS* tersebut yaitu agar gambar model pada *AutoCAD* dapat di *import* kedalam *software Ansys* dalam bentuk gambar *Solid 3D*.



Gambar 8.3 Proses pembuatan model 3D dengan *AutoCAD 2014*.

Model desain kapal pompong pada penelitian ini terdiri dari 12 bentuk geometri. Tujuan pembagian geometri tersebut adalah untuk mempermudah dalam melakukan analisa terhadap kekuatan struktur model berdasarkan letak geometrid dan juga dapat mempermudah dalam melakukan pembagian *load*

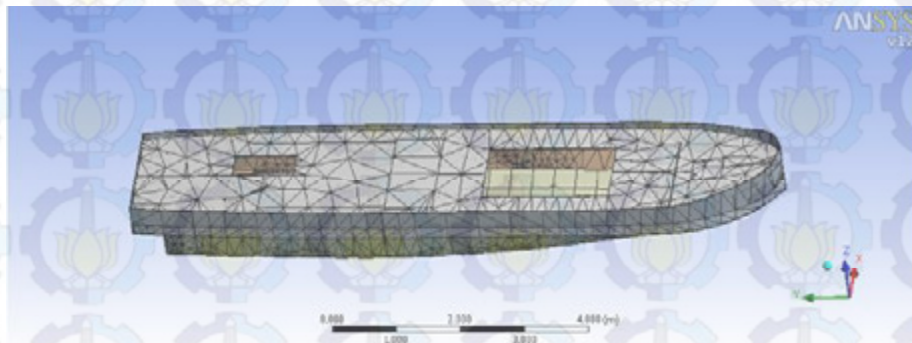
*factor* pada kapal. Akibat dari pembagian geometri pada desain kapal yaitu terdapat 33 *connection* yang terjadi antara sambungan pembagian geometri tersebut. Adapun 12 geometri tersebut adalah:

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| o <i>Main deck</i>  | o <i>Side shell b</i>   |
| o <i>BHD fr 3</i>   | o <i>Side shell u</i>   |
| o <i>BHD fr 9</i>   | o <i>Inner bottom F</i> |
| o <i>BHD fr 18</i>  | o <i>Inner bottom M</i> |
| o <i>B HD fr 20</i> | o <i>Inner bottom A</i> |
| o <i>Botto PS</i>   | o <i>Bottom STBD</i>    |

Pada desain model terdapat *coordinate system* yaitu koordinat kartesian. Pada model koordinat *y* menunjukkan panjang kapal, koordinat *x* menunjukkan lebar kapal sedangkan koordinat *z* menunjukkan tinggi kapal. Koordinat tersebut juga digunakan sebagai arah gaya yang bekerja pada model.

#### 8.2.2.2. Mashing

Proses *Mashing matrix* yaitu membagi permukaan model menjadi beberapa *nodes* dan beberapa *elements matrix*. Pada model pertama ini model kapal pompong dilakukan mashing secara otomatis per *part* atau berdasarkan pembagian *geometry*.



Gambar 8.4 *Mashing* model dengan *Ansys 12.0*

Jumlah *part* pada model ini sebanyak 12 *part* dan dari *mashing* yang dilakukan mendapatkan jumlah total sebesar 21283 *nodes* dan 8714 *elements*. Gambar 8.4 diatas merupakan desain model yang telah di *mashing* sesuai dengan kreterian yang telah dijelaskan sebelumnya.



### 8.2.3. Pembebanan

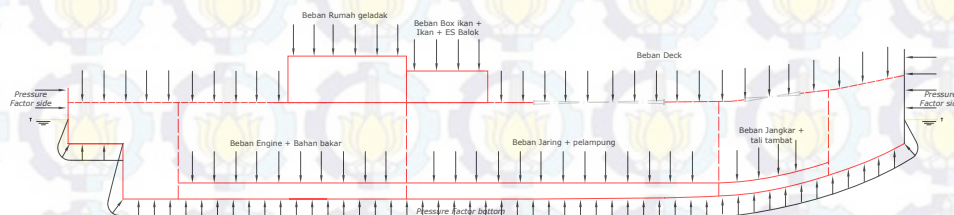
Untuk analisis kekuatan struktur secara global harus di ketahui letak-letak pembebanan yang mempengaruhi lambung kapal baik secara memanjang maupun secara melintang. Model kapal desain sesuai dengan penyebaran pembebanan yang terjadi pada seluruh bagian lambung kapal.

Pada tabel 8.1 di bawah menunjukkan data penyebaran pembebanan pada kapal pompong nelayan yang ada di perairan Riau pesisir dengan beban maksimum. Sedangkan gambar 8.5 dan 8.6 menunjukkan kedudukan pembebanan yang terjadi pada kapal pompong tersebut. Dari data tersebut maka dapat dimasukkan ke dalam sebuah model kapal untuk dianalisa kekuatannya.

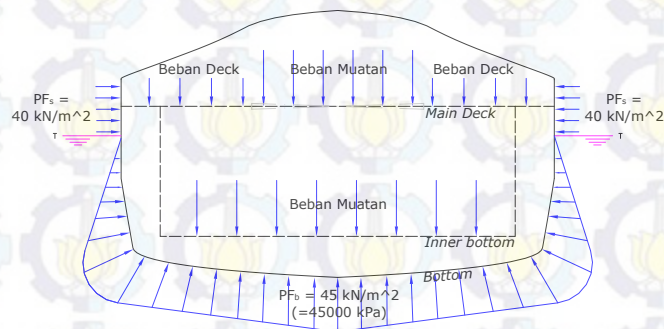
Tabel 8.1. Komponen Berat pada Kapal Pompong 3 GT

No	Item Berat	Berat (ton)
1	<i>Main Engine, Propeller &amp; Shaft</i>	0,50
2	Kemudi	0,04
3	Jaring dan Pelampung	0,80
4	Box ikan	0,04
5	Muatan Ikan Tangkapan “full”	0,40
6	Es balok	0,02
7	Bahan bakar (solar) “full”	0,03
8	Perlengkapan tambat + Jangkar	0,02

Sumber: Nurhasanah, 2014



Gambar 8.5 Analisa Penyebaran Pembebanan secara Memanjang



Gambar 8.6 Analisa Penyebaran Pembebanan secara melintang

Dalam menganalisa kekuatan konstruksi kapal, kondisi pembebanan dibagi menjadi beberapa *load case* antara lain adalah:

#### 8.2.3.1. Load Case 1

*Load Case 1* pada penelitian ini yaitu kondisi pada saat meninggalkan pelabuhan menuju ke tempat penangkapan, bahan bakar, pendingin ikan dan muatan jaring terisi penuh 100% sedangkan muatan ikan kosong. Pada tabel 8.2 dibawah ini merupakan penempatan letak posisi penyebaran *pressure* yang terjadi pada badan kapal.

Tabel 8.2. Penyebaran *pressure* pada *load case 1*

No	Posisi Beban	Beban [ton]	Luasan Ruangan [m <sup>2</sup> ]	Pressure [Pa]
1	Kamar mesin	0,53	6	866
2	Box ikan + Muatan (0%)	0,06	1,2	490
3	Rumah geladak	0,20	3,2	612
4	Ruang jaring	0,80	9	871
5	Ruang jangkar	0,02	0,5	392
6	Deck	-	-	100
7	Kemudi	0,04	1	400

**Note:**

$$Pressure = \text{Beban} / \text{Luas permukaan} \quad [\text{ton/m}^2] \quad (8.1)$$

$$1 \text{ ton/m}^2 = 9,80655 \text{ kPa} \quad (8.2)$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1000 \text{ kPa} \quad (8.3)$$

$$1 \text{ kPa} = 1000 \text{ Pa} \quad (8.4)$$

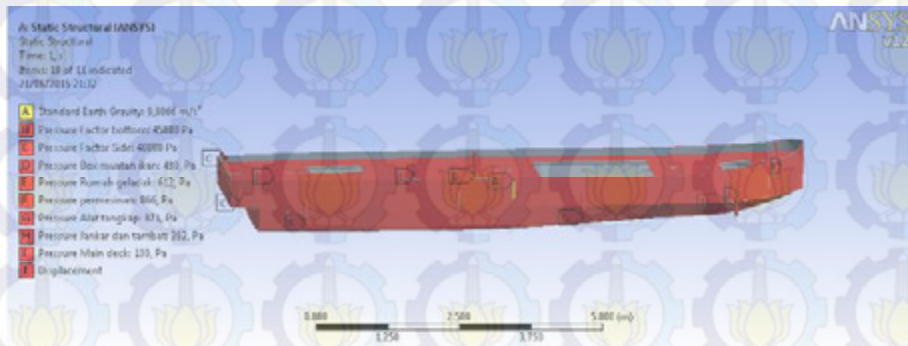
Pemberian pembebanan deck pada *load case* sesuai dengan desain kapal. Sedangkan pembebanan pada kulit kapal sesuai dengan kriteria *pressure* permukaan kulit lambung kapal sesuai dengan *Rule class* Kapal. *Rule class* yang digunakan adalah *DNV Class* (DNV, 2010). Besarnya *pressure* yang terjadi pada kulit atau lambung kapal terdiri dari 2 kategori yaitu sebagai berikut:

- *Bottom pressure*: yaitu *pressure* yang terjadi pada kulit lambung kapal dibawah garis air akibat gaya dari luar, besarnya *pressure* yang terjadi yaitu  $45 \text{ kN/m}^2$  atau sama dengan  $45.000 \text{ Pa}$ .



- *Side pressure*: yaitu pressure yang terjadi pada kulit lambung kapal diatas garis air akibat gaya dari luar, besarnya *pressure* yang terjadi yaitu 40 kN/m<sup>2</sup> atau sama dengan 40.000 Pa.

Selain dari beban yang bekerja pada lambung kapal ada sebuah gaya lagi yang bekerja pada model tersebut yaitu gaya berat konstruksi. Gaya berat konstruksi dalam Ansys langsung bisa dihitung berdasarkan volume konstruksinaya.



Gambar 8.7. Gaya-gaya yang bekerja pada *Load Case 1* dengan *Ansys 12.0*

Pada analisa *static structural* semua gaya yang bekerja harus dimasukkan ke sebuah model. Inputan gaya berasal dari gaya-gaya yang berpengaruh terhadap badan kapal dan juga tumpuan model yang digunakan. Gambar 8.7 diatas merupakan gambar posisi dan besarnya pembebanan yang dirancang pada model kapal pompong untuk *load case* yang pertama

#### 8.2.3.2. Load Case 2

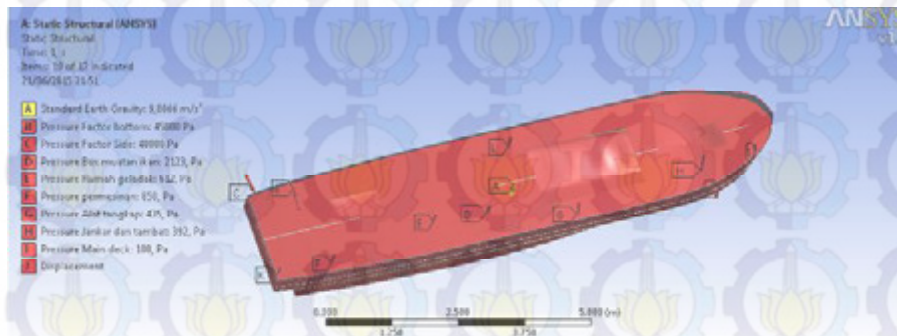
*Load Case 2* yaitu kondisi pada saat kapal beroperasi di area penangkapan dengan kondisi kapal hasil tangkapan 50% begitu pula dengan bahan bakar dan muatan jaring 50%. Pada tabel 8.3 dibawah ini meupakan penempatan letak posisi penyebaran *pressure* yang terjadi pada badan kapal

Tabel 8.3. Penyebaran *pressure* pada *load case 2*

No	Posisi Beban	Beban [ton]	Luasan Ruang [m <sup>2</sup> ]	Pressure [Pa]
1	Kamar mesin	0,52	6	850
2	Box ikan + Muatan (50%)	0,26	1,2	2123
3	Rumah geladak	0,20	3,2	612

4	Ruang jaring (50%)	0,40	9	435
5	Ruang jangkar	0,02	0,5	392
6	Deck	-	-	100
7	Side deck	0,15	2	750
8	Kemudi	0,04	1	400

Pada tabel 8.3 diatas ini meupakan penempatan letak posisi penyebaran *pressure* yang terjadi pada deck kapal sesuai dengan *load case* 2. Pada *load case* 2 berbeda dengan *load case* 1, dimana pada *load case* ini terdapat pembebanan yang terjadi pada deck kapal di sekitar palkah jaring karena pada *case* ini terjadi aktifitas pengangkatan jaring beserta muatan ikan hasil tangkapan. Sedangkan untuk *bottom pressure* dan *side pressure* pada *load case* 2 ini sama besarnya dengan *load case* 1 karena diambil pada *pressure* maksimum.



Gambar 8.8 Gaya-gaya yang bekerja pada *Load Case* 2 dengan *Anslys 12.0*

Pada gambar 8.8 diatas terlihat posisi dan besarnya pembebanan yang dirancang pada model kapal pompong untuk *load case* 2 dengan tumpuan yang digunakan sama dengan tumpuan pada *load case* 1.

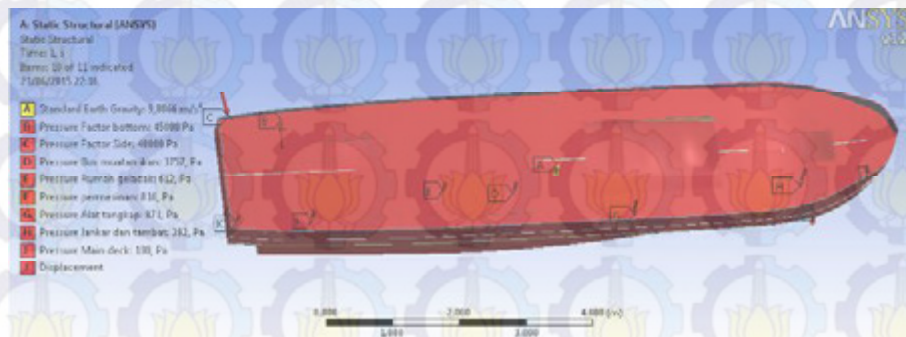
### 8.2.3.3. *Load Case* 3

*Load Case* 3 merupakan *load case* terakhir yang dilakukan pada penelitian ini yaitu kondisi pada saat kapal tiba di pelabuhan dengan kondisi kapal memiliki hasil tangkapan 100% , muatan jaring 100% sedangkan bahan bakar 10%. Tabel 8.4 menjelaskan tentang *load case* yang terjadi pada model 3 sedangkan gambar 8.9 merupakan gambaran letak posisi gaya-gaya tersebut.



Tabel 8.4. Penyebaran *pressure* pada *load case 3*

No	Posisi Beban	Beban [ton]	Luasan Ruangan [m <sup>2</sup> ]	Pressure [Pa]
1	Kamar mesin	0,50	6	816
2	Box ikan + Muatan (100%)	0,46	1,2	3757
3	Rumah geladak	0,20	3,2	612
4	Ruang jaring	0,80	9	871
5	Ruang jangkar	0,02	0,5	392
6	Deck	-	-	100
7	Kemudi	0,04	1	400



Gambar 8.9. Gaya-gaya yang bekerja pada *Load Case 3* dengan *Ansys 12.0*

untuk *bottom pressure* dan *side pressure* pada *load case 3* ini sama besarnya dengan *load case 1* dan *load case 2* karena diambil pada *pressure* maksimum.

#### 8.2.4. Kondisi Batas

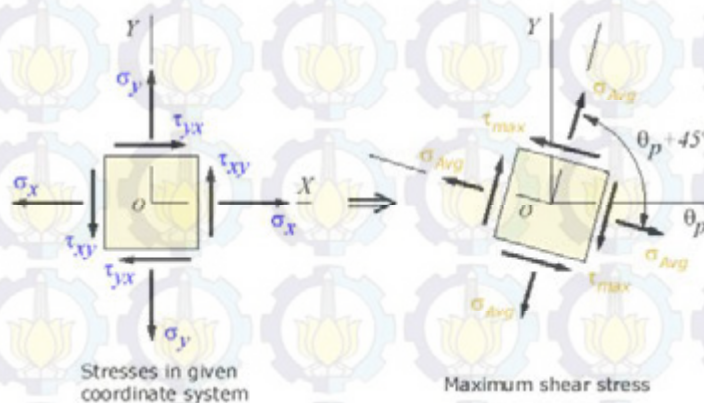
*Supports* atau kondisi batas pada model menggunakan *displasment supports*. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa kapal berada pada daerah perairan tenang dan diasumsikan tidak adanya perbedaan ketinggian permukaan air sebagai media tumpuan kapal. Oleh karena itu *displasment supports* dianggap cocok untuk mewakili dari berbagai macam bentuk tumpuan yang bisa digunakan. Untuk tumpuan ini kapal dipaksa untuk dicelupkan kedalam air sesuai dengan sarat air yang diinginkan.

### 8.2.5. Hasil dan Evaluasi

Setelah desain model terbentuk dengan berbagai kasus karakteristik yang diberikan ke dalam model maka model tersebut di *running* untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Dari hasil tersebut dibandingkan dan dianalisa berdasarkan kasus dan juga berdasarkan prinsip kekuatannya. Pada penelitian ini 3 analisa kekuatan struktur yang di gunakan yaitu:

#### 8.2.5.1 *Maximum Principal Stress*

*Maximum principal stress* adalah bagian yang menunjukkan tegangan utama yang terbesar. Tegangan utama adalah tegangan yang arahnya tegak lurus dengan permukaan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat sesuai dengan gambar ilustrasi pada gambar 8.10 dibawah ini.



Gambar 8.10. Ilustrasi *maximum principal stress*

Hasil *maximum principal stress* dari model dapat dilihat pada tabel 8.5 dibawah ini. Dari tabel tersebut terlihat bahwa titik maksimumnya yaitu sebesar 11,6 MPa yang terjadi di *load case 1* dan *load case 3* tepat pada pelat *inner bottom* dibagian *midship* kapal atau pada bagian ruang muat alat tangkap. Hal ini terjadi dikarenakan terdapat beban yang besar dibagian tersebut.

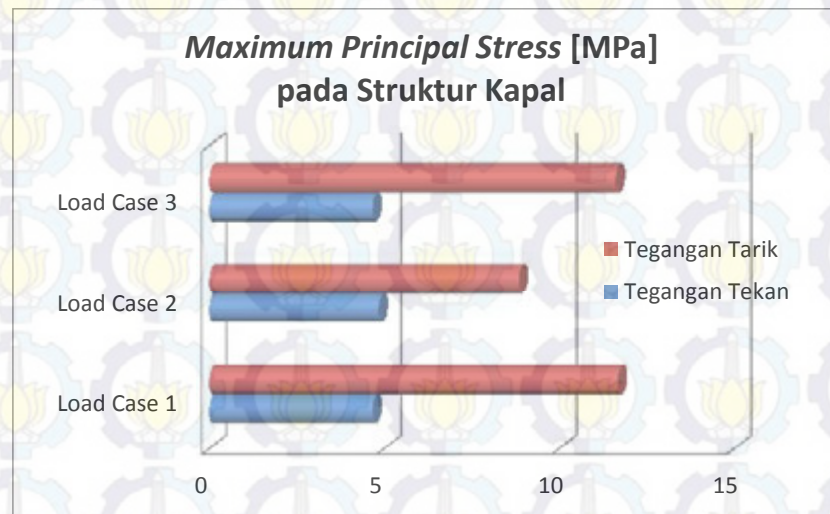


Tabel 8.5. *Maximum Principal Stress* pada model kapal pompong

Keterangan	Load Case 1	Load Case 2	Load Case 3
Minimum	- 4,66 [MPa]	- 4, 66 [MPa]	- 4,66 [MPa]
Maximum	11,67 [MPa]	8,84 [MPa]	11,61 [MPa]
Minimum Occurs On	Side shell u	Side Shell u	Side Shell u
Maximum Occurs On	Inner bottom midship	Inner bottom AP	Inner bottom midship

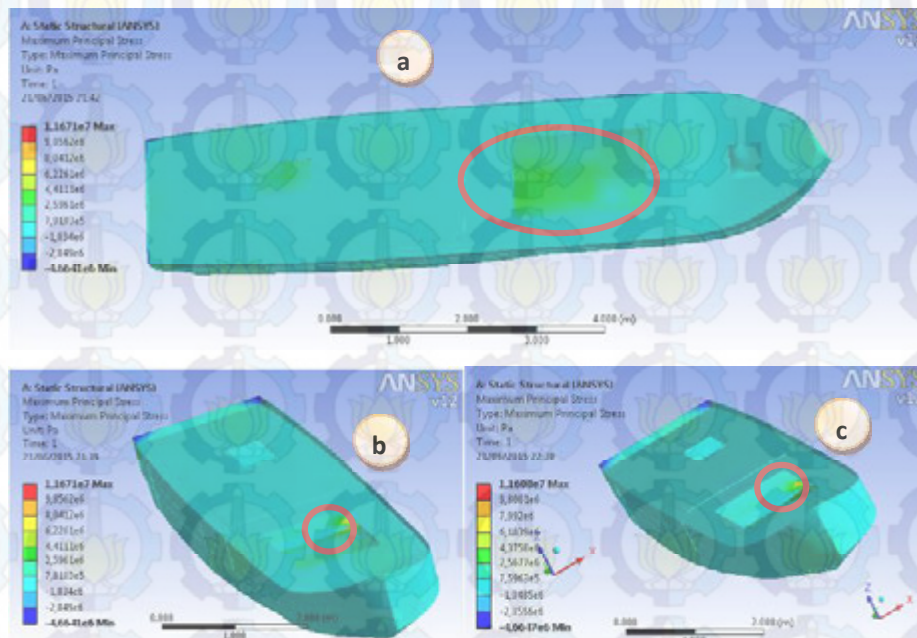
Sumber: Hasil *Running Model*

pada tabel 8.5 tersebut diatas menunjukkan harga tegangan yang terjadi pada struktur kapal. Untuk tegangan minimum dituliskan dalam tanda negatif (-) sedangkan untuk tegangan maximum dituliskan dalam bentuk positif (+). Tanda positif tersebut sebenarnya menunjukkan tegangan tarik yang terjadi pada material sedangkan tanda negatif adalah angka besarnya kompresi (tegangan tekan) yang terjadi pada material.



Gambar 8.11. kurva *Maximum Principal Stress*

Kurva *maximum principal stress* yang terdapat pada gambar 8.11 merupakan perbandingan besarnya tegangan tarik dan kompresi terhadap material struktur kapal yang terjadi pada *load case 1*, *load case 2* dan *load case 3*. Dari kurva tersebut terlihat dengan jelas besarnya tegangan tarik antara *load case 1* dan *load case 3* sama sedangkan pada *load case 2* lebih kecil, berbeda dengan kompresi yang terjadi pada material struktur kapal pada setiap *load case* memiliki besar tegangan yang sama.



Gambar 8.12. Penyebaran tegangan *Maximum principal stress* dengan *Anslys*  
a,b. Model load case 1  
c. Model load case 3

Pada gambar 8.12.a. terlihat bahwa pada *load case* 1 ada sebaran warna yang menunjukkan terjadi tegangan yang hampir sama di setiap bagian. Namun demikian ternyata ada tegangan yang lebih besar pada bagian *inner bottom*. Selain itu terdapat pula titik tegangan maximum yang terdapat pojok bawah sekat BHD *frame* 3 atau dapat dilihat pada gambar 8.12.b dan 8.12.c. Hal tersebut disebabkan banyaknya beban yang ditumpunya diantaranya yaitu: muatan jaring penuh, box ikan dan bangunan geladak yang berada diatas sekat tersebut.

### 8.2.5.2 Normal Stress

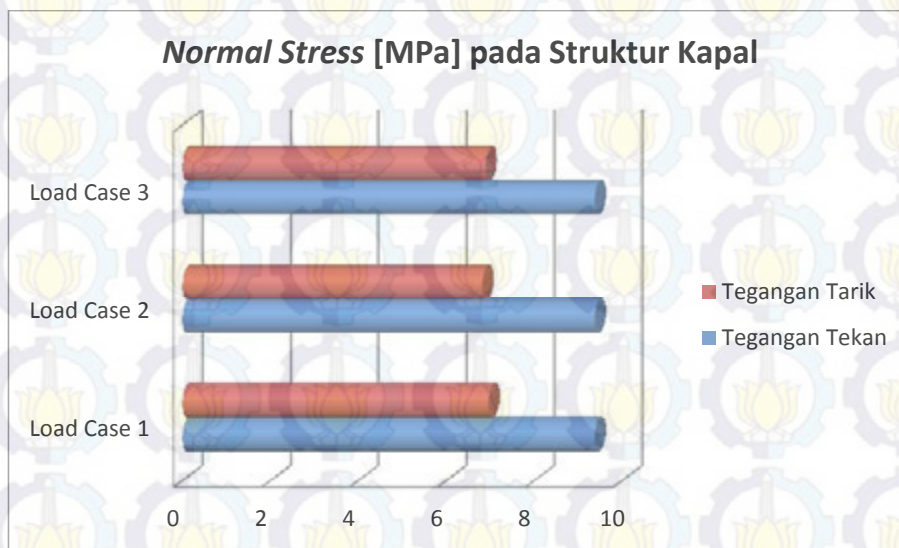
Hasil analisa terhadap *normal stress* yang terjadi pada penelitian ini ditampilkan pada tabel 8.6 dibawah. Pada tabel tersebut terlihat tegangan tarik terbesar pada *load case* 1 yaitu 6,96 MPa, hasil tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan menggunakan analisa *maximum principal stress*.



Tabel 8.6. *Normal Stress* pada model kapal pompong

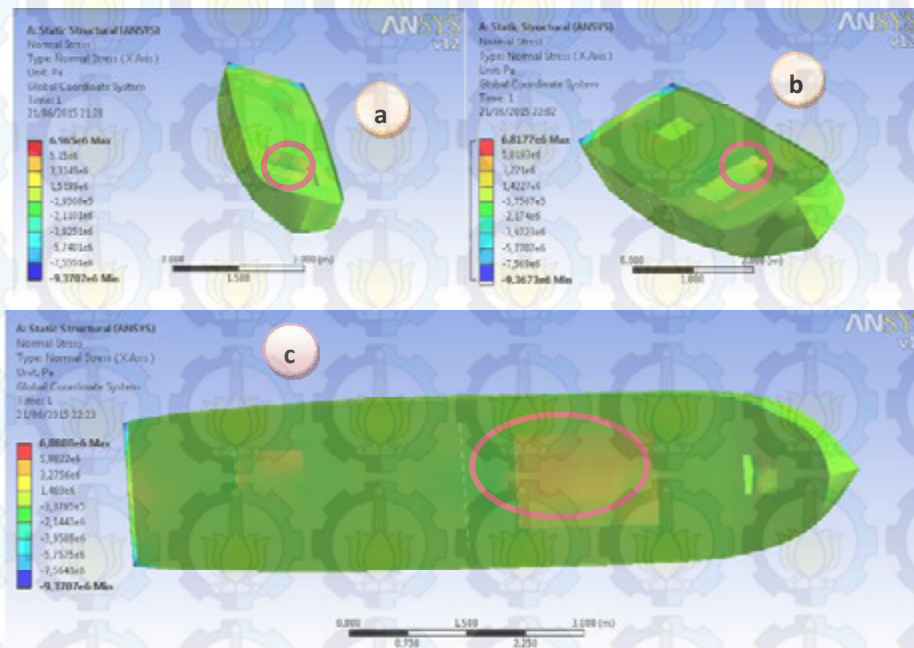
Keterangan	Load Case 1	Load Case 2	Load Case 3
<i>Minimum</i>	-9,37 [MPa]	-9.37 [MPa]	-9,37 [MPa]
<i>Maximum</i>	6.96 [MPa]	6.82 [MPa]	6,89 [MPa]
<i>Minimum Occurs On</i>	<i>Side shell u</i>	<i>Side shell u</i>	<i>Side Shell u</i>
<i>Maximum Occurs On</i>	<i>BHD fr 3</i>	<i>BHD fr 3</i>	<i>BHD fr 9</i>

Sumber: Hasil *Running Model*



Gambar 8.13. Kurva *Maximum principal stress*

Kurva *normal stress* yang terdapat pada gambar 8.13 merupakan perbandingan antara tegangan yang terjadi dalam berbagai *load case*. Dari kurva tersebut memperlihatkan bahwa tegangan tarik dan kompresi pada setiap *load case* hamper sama namun demikian tegangan terbesar terletak pada *load case* 1 sesuai dengan analisa *maximum principal stress* tegangan terbesar juga pada *load case* 1. Hal tersebut dikarenakan terdapat pembebanan yang besar di *area* ruang muat jaring.



Gambar 8.14 Penyebaran tegangan *Normal stress* dengan *Ansys 12.0*

- a. *Model load case 1*
- b. *Model load case 2*
- c. *Model load case 3*

Penyebaran tegangan pada analisa normal stress dengan menggunakan *ANSYS Workbench 12.0* terlihat memiliki hasil gambar warna yang merata, ini membuktikan bahwa tegangan yang terjadi hampir sama. Namun demikian pada gambar 8.14 diatas pada bagian yang dilingkari memiliki warna yang berbeda dan lebih cenderung memiliki tegangan tarik yang lebih tinggi dan mendekati tegangan maksimum.

### 8.2.5.3 *Minimum Principal Stress*

*Minimum principal stress* adalah bagian yang menunjukkan tegangan utama yang terkecil. Dalam analisa ini didapatkan nilai tegangan terhadap kompresi maksimum. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada tabel 8.7 berikut ini.

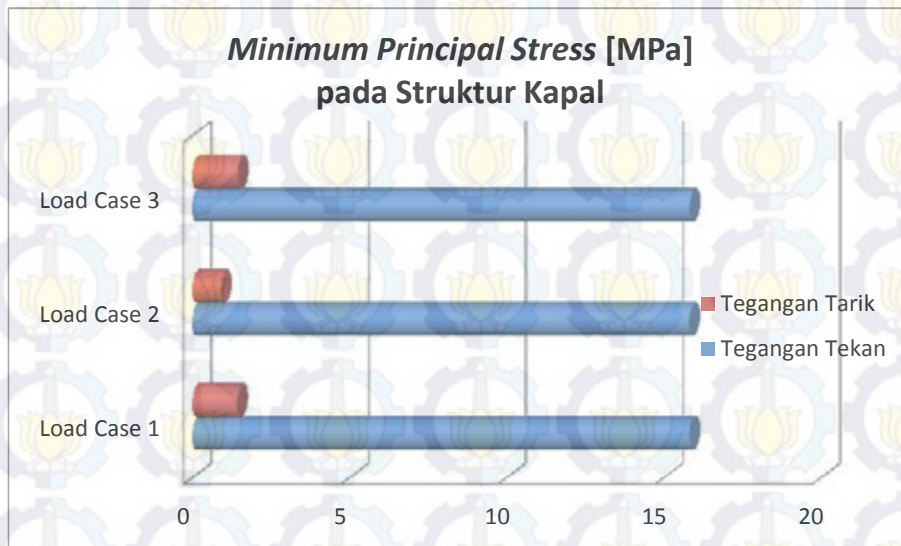
Tabel 8.7. *Minimum Principal Stress* pada model kapal pompong

Keterangan	Load Case 1	Load Case 2	Load Case 3
Minimum	-15.82 [MPa]	-15,81 [MPa]	-15,82 [MPa]



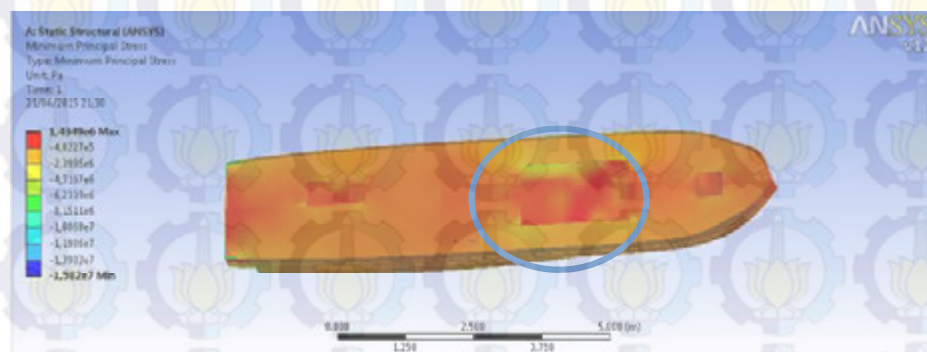
Maximum	1,43 [MPa]	0,91 [MPa]	1,45 [MPa]
Minimum Occurs On	Side Shell b	Side Shell b	Side shell b
Maximum Occurs On	BHD fr 9	Side shell u	BHD fr 9

Sumber: Hasil Running Model



Gambar 8.15. Kurva *minimum principal stress*

Kurva *minimum principal stress* yang terdapat pada gambar 8.15 menunjukkan tegangan tarik yang hampir sama pada setiap *load case* dan memiliki harga kompresi yang lebih besar. Adapun kompresi terbesar terjadi pada *side shell* diatas sarat kapal dengan besarnya tegangan kompresi sebesar 15,82 MPa.



Gambar 8.16 *Minimum principal stress* pada *Load Case 1*

Tidak jauh berbeda dengan analisa sebelumnya tegangan terbesar terlihat lebih banyak berkumpul di bagian ruang muat jaring. Analisa tersebut dapat dilihat pada gambar 8.14 pada bagian yang di beri tanda lingkaran.

### 8.3. Ketetapan Desain

Berdasarkan *rule class* yaitu *Det Norske Veritas* (DNV, 2010), plastik HDPE memiliki standar minimum untuk propertis dan kekutan materialnya, seperti yang terlihat pada tabel 8.6, terdapat batas minimal *Tensile yield strength* yang diizinkan untuk material pembuatan kapal yaitu 17 N/mm<sup>2</sup> atau sama dengan 17 MPa. Selain itu material tersebut juga harus memiliki *Compressive Stress* sebesar 20 MPa sehingga dapat digunakan sebagai material pembuatan kapal, termasuk kapal pompong yang didesain.

Tabel 8.8 Propertis dari plastik HDPE

Property	Properties of HDPE	Unit	Test Method
Density	0.946 to 0.972	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D-792
Tensile Yield Stress	Min 17	N/mm <sup>2</sup>	ASTM D-638
Ultimate Tensile Stress	Min 24	N/mm <sup>2</sup>	ASTM D-638
Tensile Elongation at Yield	1 to 27	%	ASTM D-638
Tensile Elongation at Break	10 to 1500	%	ASTM D-638
Compressive Stress	20	N/mm <sup>2</sup>	ASTM D-695

Sumber: DNV, 2010

### 8.4. Safety Factor

Safety factor adalah faktor keamanan yang digunakan dalam perencanaan desain struktur kapal agar kekuatan strukturnya terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum. Ada 2 jenis *safety factor* yang dihitung dalam penelitian ini yaitu *safety factor* terhadap *yield strength* dan *safety factor* untuk *compressive stress*. Pertama, *Safety factor* terhadap *Yield strength* juga sering disebut sebagai perbandingan antara *yield strength* material dengan tegangan yang terjadi pada model desain, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$SF = \text{Material Strength} / \text{Design Strength} \quad (8.5)$$

Keterangan:

SF = *Safety factor* untuk *Yield stress*

*Material strength* = Ketetapan desain *Yield strength* = 17,12 MPa



$$\text{Design strength} = \text{Maximum Stress pada desain} = 11,67 \text{ MPa}$$

Sehingga:

$$SF = \text{Material Strength} / \text{Design Strength}$$

$$SF = 17,12 \text{ MPa} / 11,67 \text{ MPa}$$

$$SF = 1,45$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka didapatkan harga *safety factor* terhadap *Yield strength* adalah 1,45.

Kedua, *Safety factor* terhadap *compressive stress* juga sering disebut sebagai perbandingan antara *compressive stress* material dengan *compressive stress* yang terjadi pada model desain, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$SF = \text{Material compressive stress} / \text{Design compressive stress} \quad (8.6)$$

Keterangan:

$$SF = \text{Safety factor untuk compressive stress}$$

$$\text{Material strength} = \text{Ketetapan desain compressive stress} = 20 \text{ MPa}$$

$$\text{Design strength} = \text{Maximum compressive stress pada desain} = 15,82 \text{ MPa}$$

Sehingga:

$$SF = \text{Material compressive stress} / \text{Design compressive stress}$$

$$SF = 20 \text{ MPa} / 15,82 \text{ MPa}$$

$$SF = 1,26$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka didapatkan harga *safety factor* untuk *compressive stress* adalah 1,26

### 8.5. *Permissible Stress*

Berdasarkan *rule class* (DNV, 2010) bahwa tegangan tarik yang diizinkan adalah tidak melebihi 80% dari tegangan tarik yang dimiliki material. Dalam hal ini material yang digunakan memiliki tegangan 17,12 MPa, sehingga tegangan tarik yang diizinkan adalah tidak lebih dari 13,69 MPa. Sedangkan tegangan melalui perhitungan didapatkan 11,64 MPa, ini berarti tegangan struktur kapal HDPE yang dirancang masih dibawah *permissible stress* yang diberikan *rule class*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 8.9 dibawah ini:

Tabel 8.9 Perbandingan tegangan yang terjadi pada perhitungan dengan *rule class*

<i>Yield Stress Material</i>	<i>Permissible Stress</i>	<i>Principal Stress</i>
<i>Yield stress</i> berdasarkan uji tarik material	Max. 80 % terhadap yield stress	<i>maximum principal stress</i> yang terjadi pada perhitungan
17,12 MPa	13,69 MPa	11,64 MPa

## 8.6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan pada sub-bab sebelumnya dan berdasarkan ketentuan *rule class* dapat diambil suatu kesimpulan bahwa model kapal tersebut memiliki kekuatan konstruksinya sesuai dengan *rule class*. Tegangan terbesar terjadi pada *load case* 1 dan *load case* 3 dengan *maximum principal stress* yaitu 11,67 MPa dan *Maximum compressive stress* sebesar 15,82 MPa. Namun demikian batas maksimum yang diberikan DNV Class (DNV, 2010) adalah untuk *yield stress* adalah 17 MPa dan untuk *compressive stress* adalah 20 MPa sehingga model kapal pompong berbahan plastic HDPE untuk perairan Riau pesisir memenuhi standart kekuatan struktur dengan *safety factor* untuk *Yield strength* sebesar 1,45 sedangkan *safety factor* untuk *compressive stress* sebesar 1,26.

## BAB 9

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 9.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap karakteristik, bentuk dan ukuran kapal yang ada di perairan Riau pesisir ditetapkan satu ukuran utama kapal. Dari ukuran utama kapal tersebut dibuat sebuah model dan dihitung strukturnya menggunakan *rule class* kapal. Selanjutnya model dianalisa menggunakan *finite element method* (FEM). Dari analisa tersebut ditetapkan bahwa kapal pompong berbahan plastic HDPE layak digunakan sebagai bahan alternatif pengganti kapal pompong berbahan kayu. Hal ini dinyatakan sesuai dengan hasil evaluasi yaitu:

- a. Kapal pompong nelayan 3 GT dijadikan sebagai *basic ship* dalam mendesain kapal plastic HDPE untuk perairan Riau pesisir dengan panjang kapal yaitu 10,2 m dengan gambar desain sesuai dengan lampiran 1C dan lampiran 1D. Namun demikian desain lambung kapal plastik HDPE dimodifikasi demi kemudahan produksi dan demi meningkatkan stabilitas kapal. Gambar desain kapal pompong berbahan plastik HDPE dapat dilihat pada lampiran 2A dan lampiran 2B
- b. Telah dilakukan 3 evaluasi terhadap desain kapal diantaranya: Pertama, evaluasi tinggi *free board* terhadap peraturan menteri perhubungan No. KM 3 telah terpenuhi yaitu pada peraturan adalah *free board* minimum 12,61 cm sedangkan hasil desainnya adalah 63,8 cm. Kedua, Evaluasi kapasitas ruang tertutup desain kapal pompong atau *gross tone* (GT) kapal adalah 3 GT. Ketiga, Evaluasi terhadap stabilitas kapal telah terpenuhi sesuai dengan kreteria yang diberikan oleh *International Maritime Organization (IMO)*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran 5A.
- c. Desain dan Perhitungan konstruksi kapal telah dilakukan sesuai dengan kriteria *Rule Class* kapal, Gambar desain konstruksi kapal sesuai dengan gambar lampiran 2C dan lampiran 2D.
- d. Kekuatan plastic HDPE type 3840 RU telah diuji sesuai standar *ASTM D638-02a* memiliki *Yield Strength* sebesar 17,12 Mpa dan *Ultimate Strangth* sebesar

24,82 MPa. Adapun standar kekuatan tarik plastik HDPE yang diberikan *Rule class* adalah *Yield Strength*: 17,00 Mpa dan *Ultimate Strangth*: 24,00 MPa sehingga material plastik HDPE ini dinyatakan memenuhi standar *rule class* dan layak dijadikan bahan pembuatan kapal.

- e. Telah dilakukan tiga permodelan untuk verifikasi analisa *finite element method* (FEM). Dari ketiga model tersebut tegangan terbesar terjadi pada pelat *inner bottom* ruang muat alat tangkap saat kondisi *Load case 1* dan kondisi *load case 3*. *Load case 1* yaitu kondisi muatan ikan kosong, muatan jaring 100% dan bahan bakar 100% sedangkan *load case 3* yaitu pada saat muatan penuh 100%, muatan jaring 100% dan bahan bakar 10%. Adapun *maximum principal stress* terbesarnya adalah 11,67 MPa, namun demikian tegangan tersebut tidak melebihi dari 17 MPa yang disyaratkan oleh *rule class* dan memiliki *safety factor* sebesar 1,45 terhadap standar yang diberikan *rule class* tersebut. Tegangan kompresi terbesar adalah 15,82 MPa pada semua *load case* dengan *safety factor* sebesar 1,26 terhadap standar yang diberikan *rule class*.

## 9.2 Saran

Untuk mengetahui kekuatan bahan selain dilakukan pengujian tarik sebaiknya dilakukan pengujian lainnya seperti pengujian bending dan pengujian impact. Sedangkan untuk analisa kekuatan kapal penentuan support model dapat dikondisikan dari berbagai bentuk model gaya yang mungkin terjadi, seperti kondisi *sagging* atau *hogging*.



## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (2003). *“Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics”*. United States.
- Boat Indonesia. (26/02/2014), *“Menciptakan Kapal Boat Seluruhnya Dari Plastik High Density Polyethylene (HDPE)”*. Boatindonesia.com
- Boat Indonesia. (02/03/2014), *“Mengapa HDPE Boat Mempunyai Prospek Yang Bagus”*. Boatindonesia.com
- Desain Kapal. (30/03/2011), *“Finite Element Method (FEM) Analysis”*. <http://desainkapal.wordpress.com/2011/03/30/finite-element-method-fem-analysis/>
- Desain Kapal. (11/12/2011), *“Longitudinal Strength”*. <http://desainkapal.wordpress.com/2013/12/11/longitudinal-strength/>
- Fyson, J. (1985). *“Design of Small Vessels”*. FAO of UN: Farham - Surrey – England
- Harvald, Sv.Aa (1983), *Resistance and propulsion of ships*, A Willey-Interscience, Newyork.
- International Maritime Organization, (1983), *“International Convention on Tonnage Measurement of Ships (1969)”*. London.
- International Maritime Organization. (1969). *“Code of Safety and Fishing Vessels”*. London.
- International Maritime Organization. (1977). *“International Conference on Safety of Fishing Vessel”*. London.
- International Maritime Organization. (2008), *“Explanatory Notes To The International Code On Intact Stability”* Resolution A.168 (ES IV). IMO. London
- Maxsurf (2007), *“Maxsurf Automation Manual”*, Maxsurf Windows Version 13.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2005). *“Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM 3 Tahun 2005 Tentang Lambung Timbul Kapal”*. Jakarta

- Nasoha, M (2014) *Data Prasarana Penangkapan Ikan Kabupaten Bengkalis Tahun 2014*. Dinas Kelautan dan Perikanan: Pemerintah Kabupaten Bengkalis.
- Nasution, P. (2012), “*Analisis Konstruksi Kapal Perikanan Kurau di Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau*”. Lembaga Penelitian Universitas Riau: Pekanbaru.
- Nectonbot. (2014), “*Patrol Boat*”. Turkey. [www.nectonbot.com](http://www.nectonbot.com)
- Pemerintah kabupaten Bengkalis (20/05/2014) “*Investasi Kelautan & Perikanan*”. <http://www.bengkaliskab.go.id/statis-35-perikanan&kelautan.html>
- Pemerintah kabupaten Bengkalis, 20/5/2015. [www.bengkaliskab.go.id](http://www.bengkaliskab.go.id)
- Peta Kabupaten Bengkalis, 20/05/2015. [www.bengkaliskab.go.id](http://www.bengkaliskab.go.id)
- Prayitno, E.M.M (2012), “*Analisa Teknis Optimalisasi Propulsi Kapal Ikan Menggunakan CVT Gearbox*”, Kapal-Vol.9, No.3.
- Rhino Marine. (2006), “*Rhino 590 HDPE Workboat*”. Afrika.
- Tim Bahan. “*Modul Praktikum Bahan Teknik 1*”. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Zarkasyi, I. (2006), “*Pengaruh Keberadaan Tangkahan Terhadap Pengoperasian Pangkalan Pendaratan Ikan Bengkalis*”. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan; Institut Pertanian Bogor.

Sumber internet dalam web lainnya adalah:

[www.bengkalis.go.id](http://www.bengkalis.go.id)  
[www.bengkaliskab.go.id](http://www.bengkaliskab.go.id)  
[www.boatdesign.net](http://www.boatdesign.net)  
[www.provinsi-riau-pesisir.blogspot.com /2/sep/2014/info\\_riau\\_pesisir](http://www.provinsi-riau-pesisir.blogspot.com/2/sep/2014/info_riau_pesisir).  
[www.riau.go.id](http://www.riau.go.id)  
[www.riapos.co](http://www.riapos.co).  
[www.zjsonghua.en.alibaba.com](http://www.zjsonghua.en.alibaba.com)

LAMPIRAN 1.  
DATA SURVEY LAPANGAN

LAMPIRAN 1A  
DATA JUMLAH KAPAL POMPONG DI BENGKALIS

PEMERINTAH KABUPATEN BENGKALIS  
DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN

DATA PRASARANA PENANGKAPAN IKAN  
KABUPATEN BENGKALIS  
TAHUN 2014

No	Kecamatan	Prasarana Penangkapan Ikan								Ket
		1 GT (Unit)	2 GT (Unit)	3 GT (Unit)	4 GT (Unit)	5 GT (Unit)	> 5 GT (Unit)	Kapal Motor Tempel (KMT)	Sampan (Unit)	
1	Bengkalis	51	105	160	21	52	1	76	588	
2	Bantan	195	154	110	129	89	52	155	285	
3	Bukit Batu	43	16	25	3	5	16	14	95	
4	Siak Kecil	5	19	20	15	6	12	6	70	
5	Rupat	24	27	30	26	11	10	66	104	
6	Rupat Utara	23	60	103	127	31	25	255	167	
7	Mandau	-	-	-	4	2	6	10	6	
8	Pinggir	11	4	6	3	2	-	13	20	
Total		352	385	454	328	198	122	595	1335	

Bengkalis, September 2014

Koordinator Pendamping Lapangan Perikanan  
Kabupaten Bengkalis



Muhammad Nasoha, A.Md

: Lampiran Data Pendukung Tesis



## LAMPIRAN 1B

### GAMBAR SURVEY DAN PENGUKURAN KAPAL.



Pengukuran kapal pompong nelayan kayu 3 GT di kec. Bantan, Bengkalis



Jenis kapal pompong nelayan fibre glass 1 GT di kec. Bantan, Bengkalis



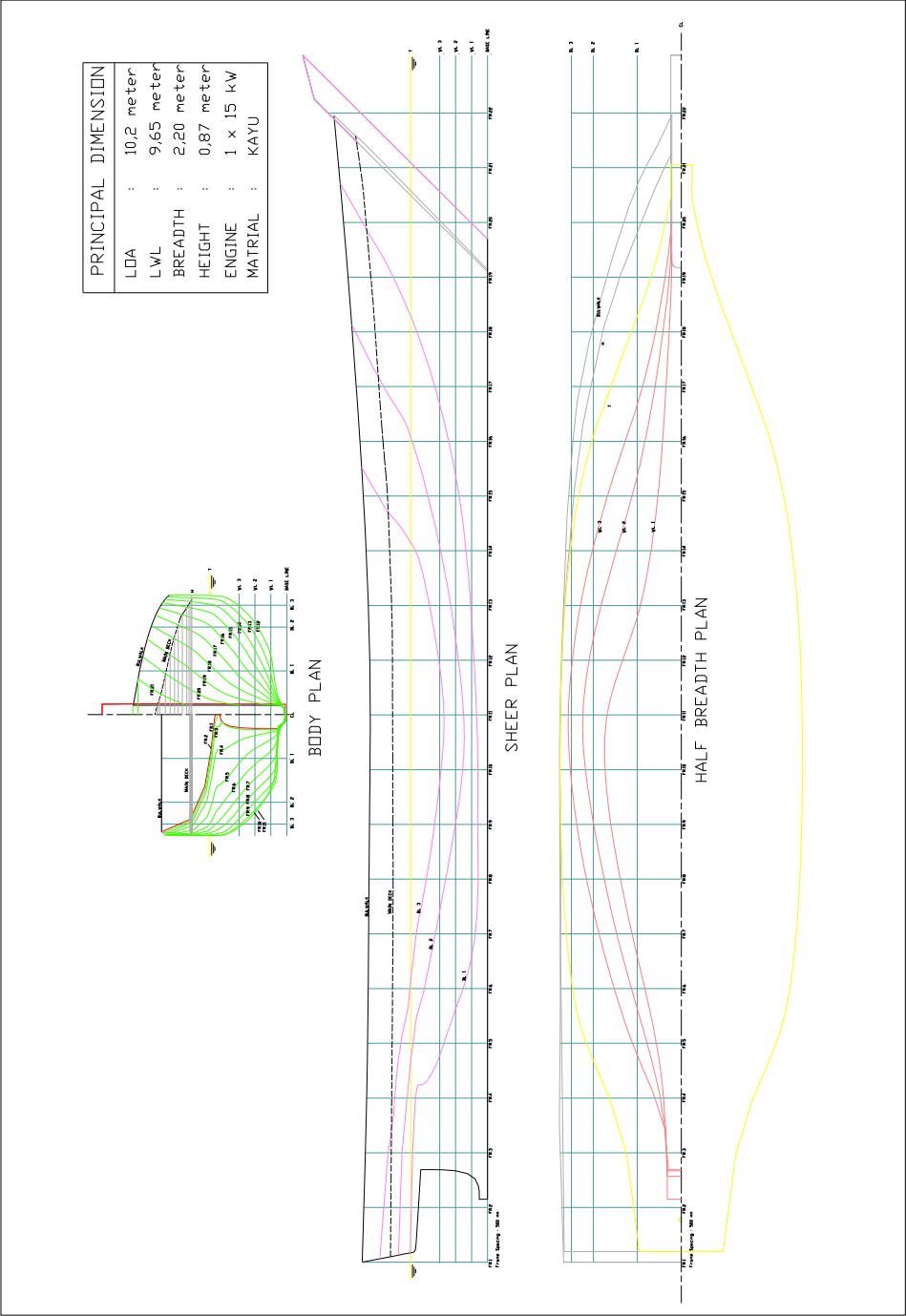
Kapal pompong nelayan kayu 3 GT di kec. Bengkalis



Kapal pompong nelayan fibreglass 3 GT di kec. Bantan, Bengkalis

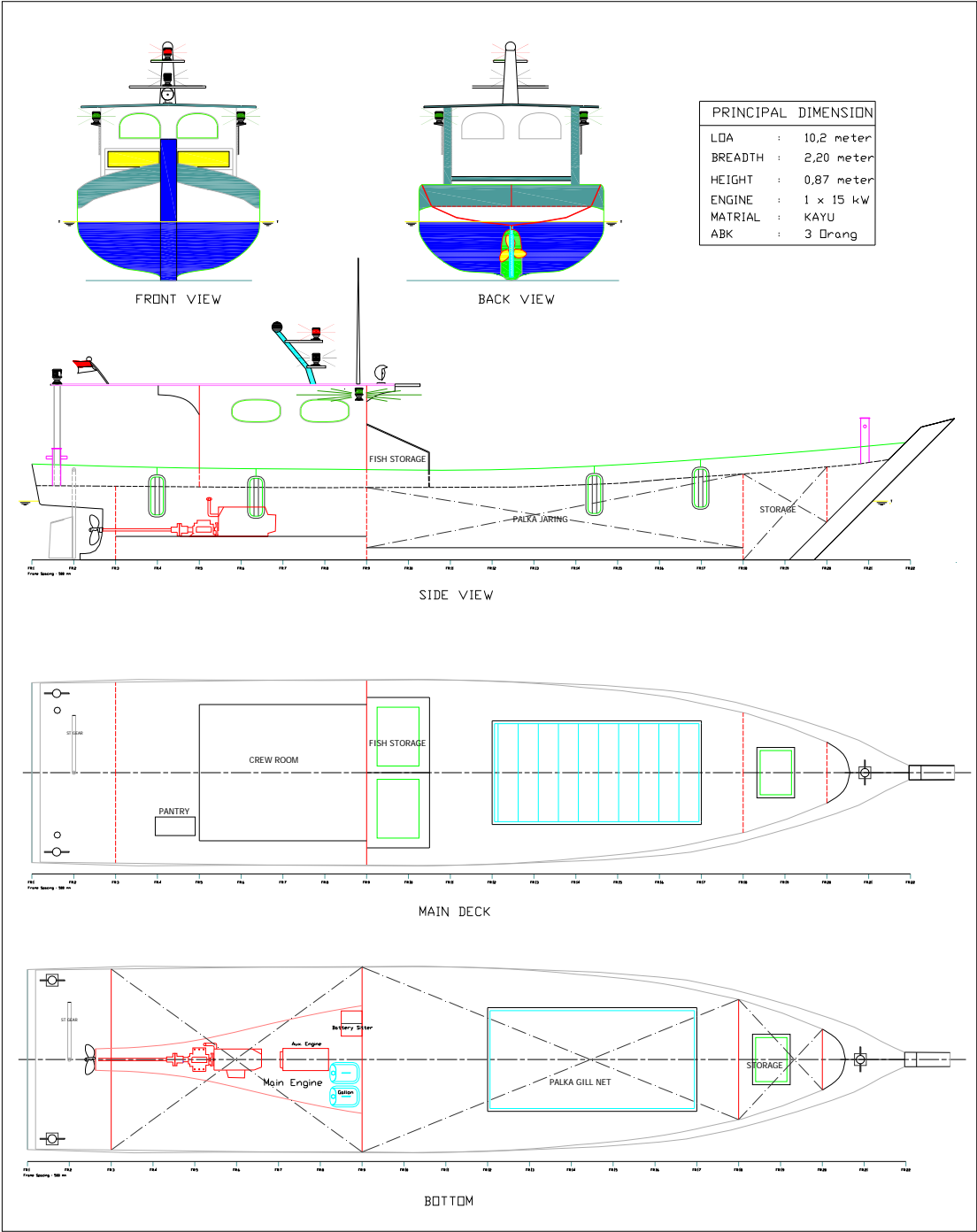
LAMPIRAN 1C

GAMBAR LINES PLAN KAPAL POMPONG NELAYAN 3 GT DI PERAIRAN BENGKALIS



LAMPIRAN 1D

GAMBAR GENERAL ARANGGEMENT KAPAL POMPONG NELAYAN 3 GT DI PERAIRAN BENGKALIS



## LAMPIRAN 1E

### KOMPONEN BERAT PADA KAPAL POMPONG NELAYAN 3 GT DI PERAIRAN BENGKALIS

Tabel komponen berat pada kapal nelayan 3 GT di kab. Bengkalis

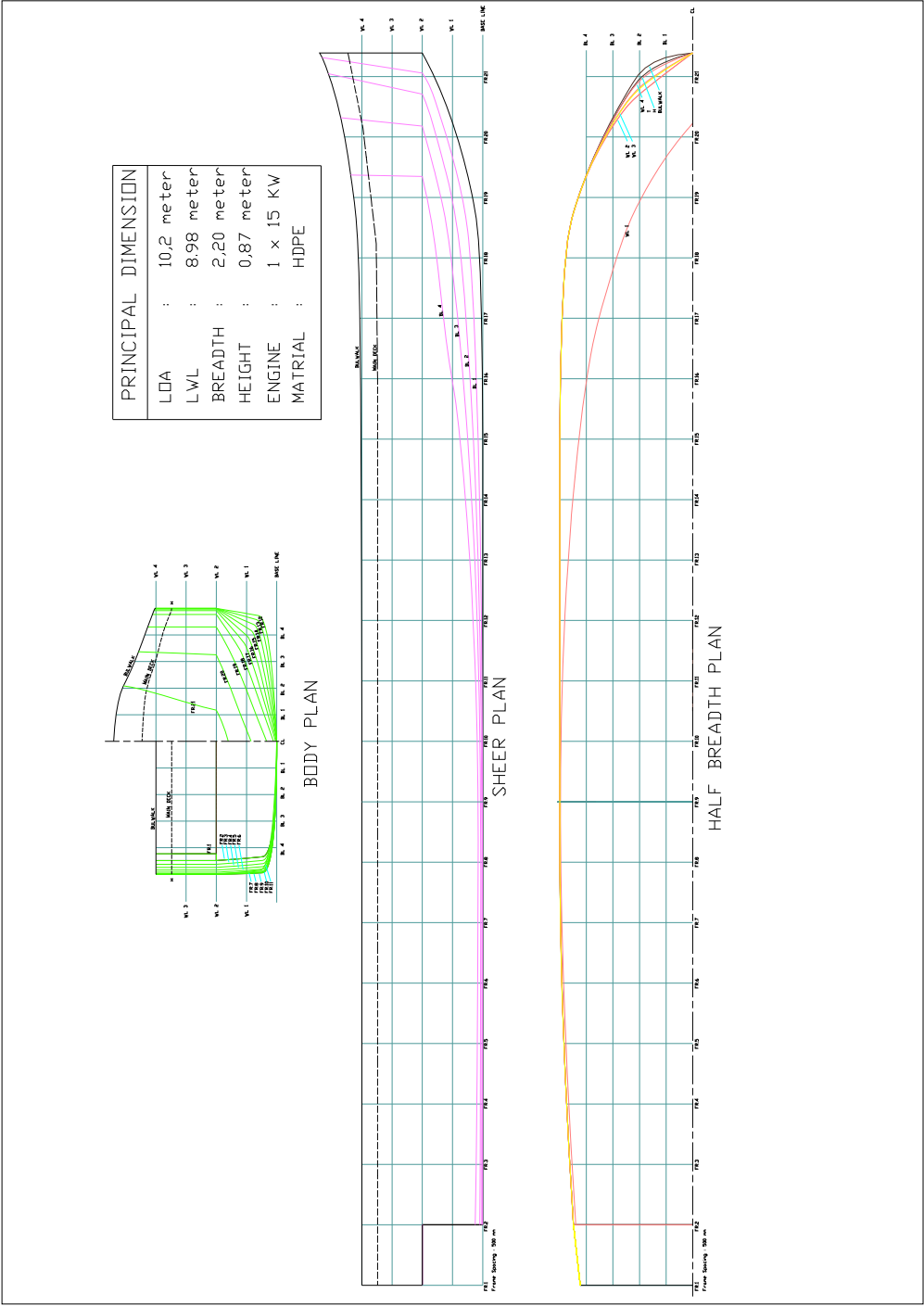
No	Item Berat	Berat (ton)
1	<i>Main Engine, Propeller &amp; Shaft</i>	0,50
2	Kemudi	0,04
3	Jaring dan Pelampung	0,80
4	Box ikan	0,04
5	Muatan Ikan Tangkapan “ <i>full</i> ”	0,40
6	Es balok	0,02
7	Bahan bakar (solar) “ <i>full</i> ”	0,03
8	Perlengkapan tambat + Jangkar	0,02

## LAMPIRAN 2

GAMBAR DESAIN KAPAL POMPONG BERBAHAN DASAR PLASTIK HDPE

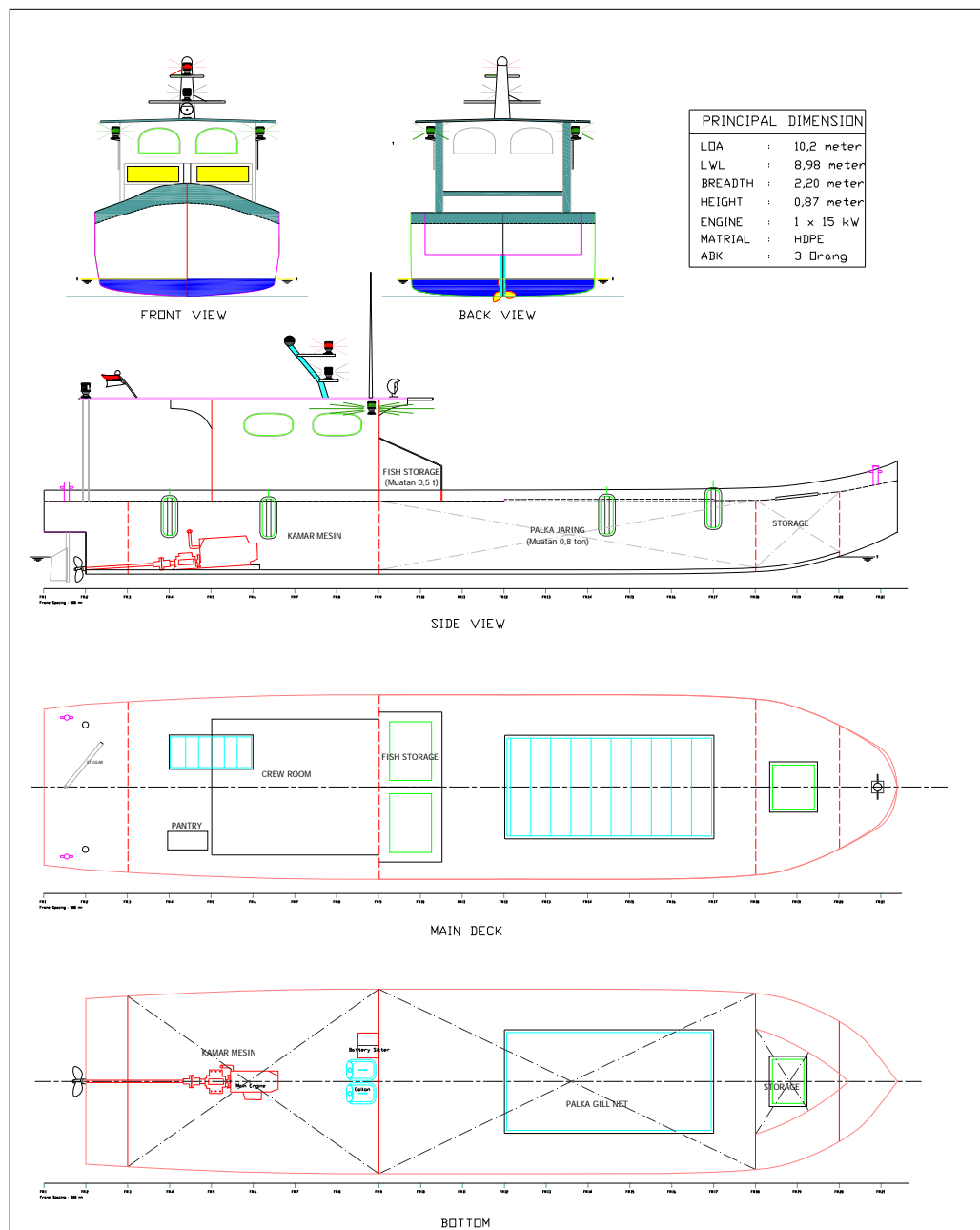
LAMPIRAN 2A

GAMBAR LINES PLAN KAPAL POMPONG NELAYAN 3 GT BERBAHAN PLASTIK  
HDPE UNTUK WILAYAH PERAIRAN RIAU PESISIR



## LAMPIRAN 2B

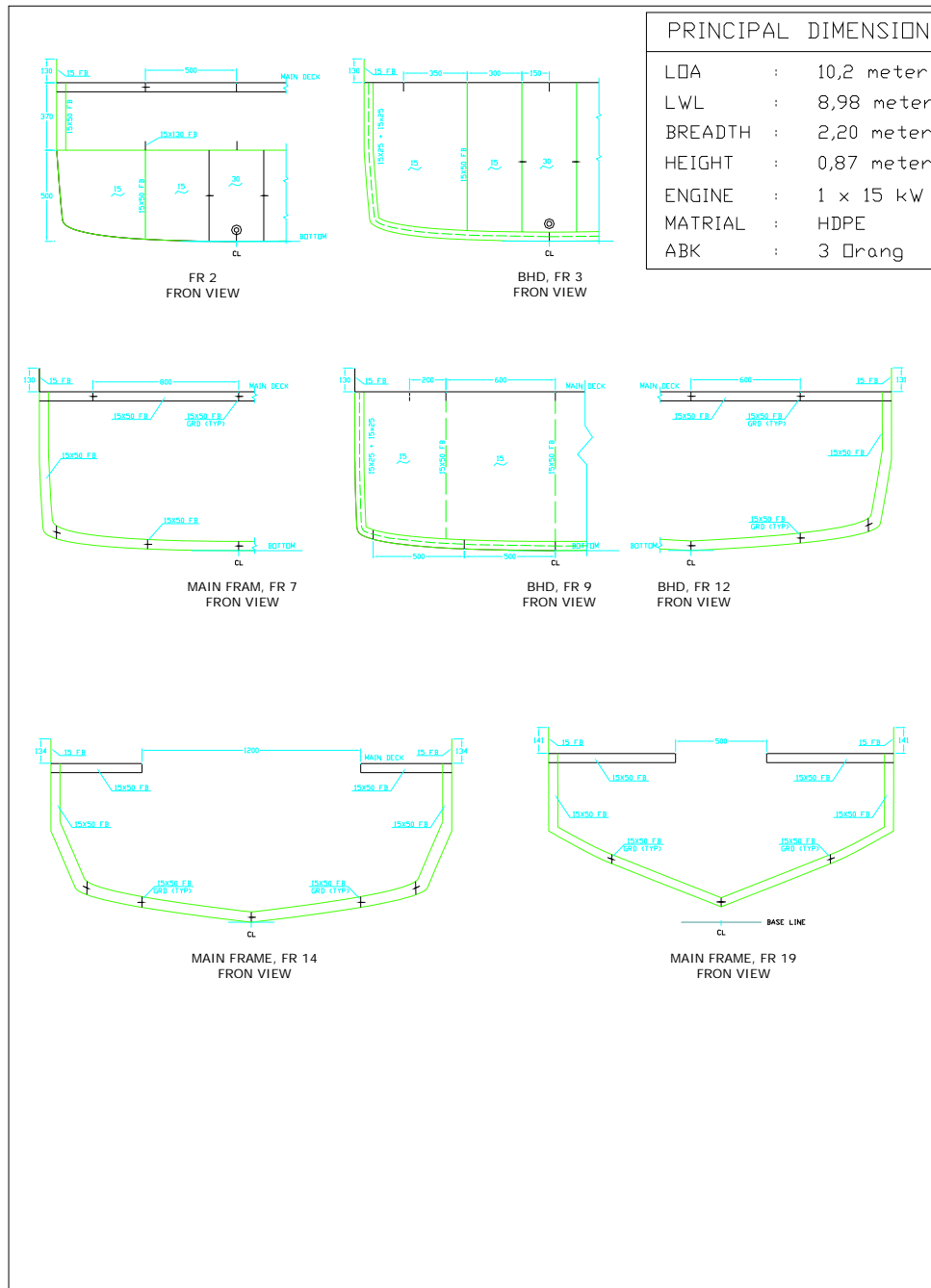
### GAMBAR RENCANA UMUM KAPAL POMPONG NELAYAN 3 GT BERBAHAN PLASTIK HDPE UNTUK WILAYAH PERAIRAN RIAU PESISIR





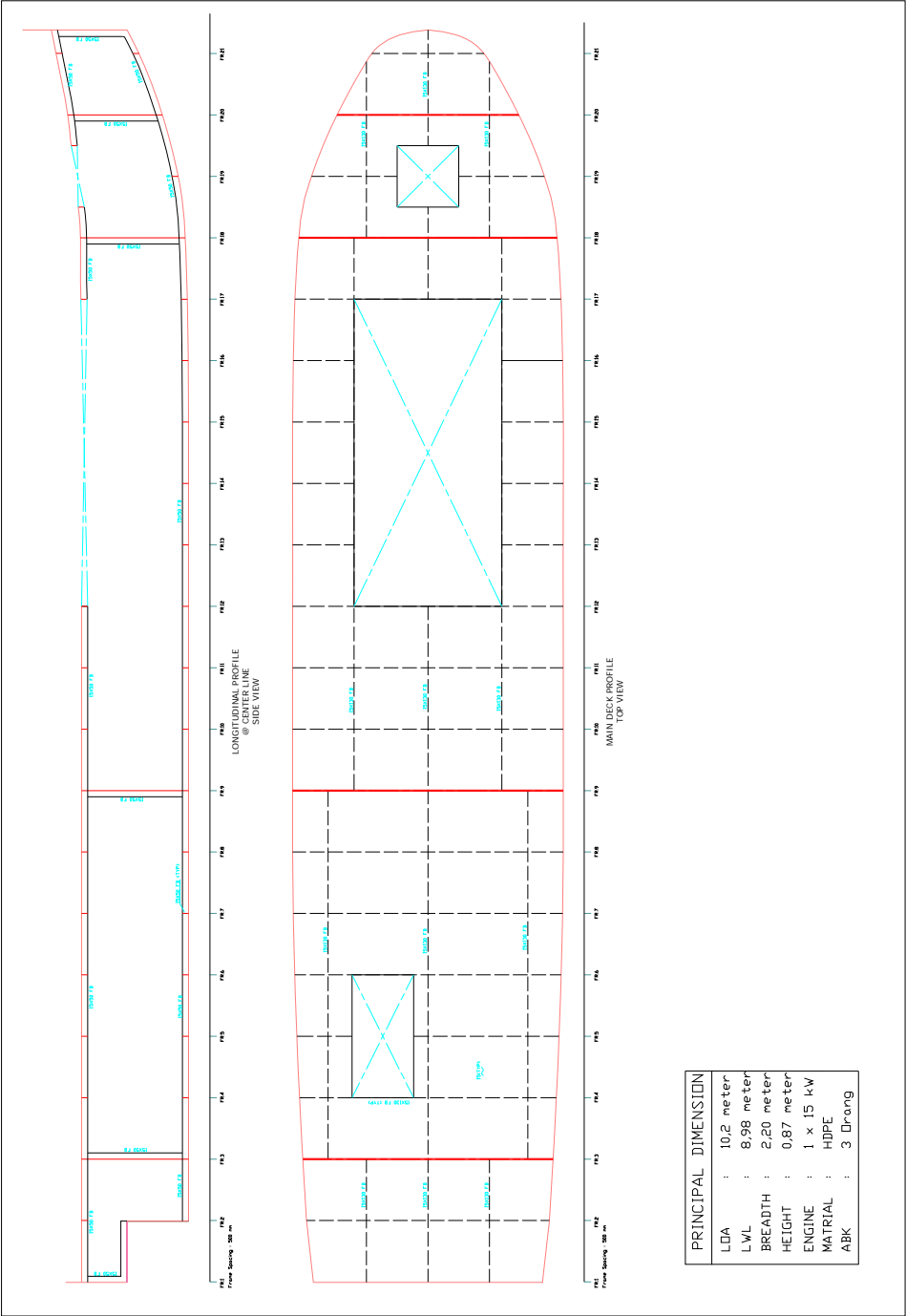
## LAMPIRAN 2C

### GAMBAR KONSTRUKSI MELINTANG KAPAL POMPONG NELAYAN 3 GT BERBAHAN PLASTIK HDPE UNTUK WILAYAH PERAIRAN RIAU PESISIR



LAMPIRAN 2D

GAMBAR KONSTRUKSI MEMANJANG KAPAL POMPONG NELAYAN 3 GT  
BERBAHAN PLASTIK HDPE UNTUK WILAYAH PERAIRAN RIAU PESISIR





**Jamal**, adalah pria kelahiran Bengkalis yang merupakan salah satu kabupaten di propinsi Riau pada tanggal 13 Juli 1982. Merupakan anak bungsu dari 7 bersaudara dari pasangan Alm. Pandi dan Sulastri, pendidikan dasar diselesaikan di SDN 54 Bengkalis yang kemudian dilanjutkan di SLTPN 9 Bengkalis dan SMAN 1 Bengkalis, setelah lulus jenjang SMA pada tahun 2001 serta dengan semangat menggapai cita-citanya, penulis melanjutkan studinya di bangku perkuliahan tepatnya di POLITEKNIK Bengkalis dengan mengambil Program Diploma 3 pada Jurusan Teknik perkapalan pada tahun 2001. Beliau juga pernah bekerja menjadi *Design Engineering* di perusahaan Nanindah-Batam selama 1 tahun. Belum merasa puas dengan ilmunya pada tahun 2007 beliau melanjutkan kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan pada tahun 2009 mendapat gelar Sarjana Teknik. Sebelum melanjutkan study di Program Pasca Sarjana Teknik Produksi dan Material Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi sepuluh Nopember Surabaya (FTK ITS Surabaya) pada tahun 2013, penulis diberi kepercayaan untuk menjadi Tenaga Pengajar di POLITEKNIK Negeri Bengkalis.

Semasa melanjutkan pendidikan S-2 nya, penulis diberi kepercayaan untuk memperdalam ilmu pada konsentrasi konstruksi kapal. Dengan demikian penulis memutuskan mengambil thesis dengan judul “**Analisis Desain Struktur Kapal Pompong Berbahan Dasar Plastik High Density Polyethylene Di Perairan Riau Pesisir**” agar nantinya ilmu tersebut dapat dibawa dan diaplikasikan di institusinya yaitu POLITEKNIK Negeri Bengkalis